الوحدة الأولى

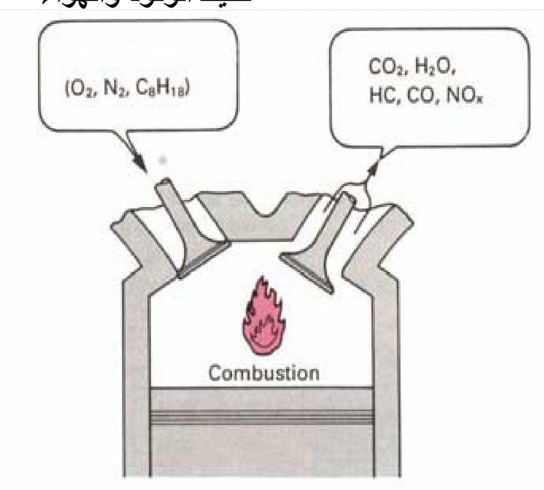
تحويلات الطاقة وأجزاء محركات الاحتراق الداخلي

ما هو محرك الاحتراق الداخلي؟

- احتراق الوقود : تستخدم المحركات الوقود البترولي مثل البنزين والسولار والذي يتكون من سلاسل من الهيدروجين والكربون $C_x H_x$ وتكون نسبة الكربون تقريبا 84% ونسبة الهيدروجين 16%.
- الاحتراق: معادلة الاحتراق

الوقود + الأكسجين $\xrightarrow{\text{حرارة مساعدة}}$ نواتج الاحتراق

خليط الوقود والهواء



الهواء يتكون من: كنسبة حجميه

21% أوكسجين

79% نيتروجين

أما كنسبة وزنيه

23.3% أوكسجين   76.7 % نيتروجين

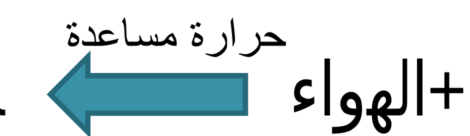
ما هو محرك الاحتراق الداخلي؟

- محرك الاحتراق الداخلي:

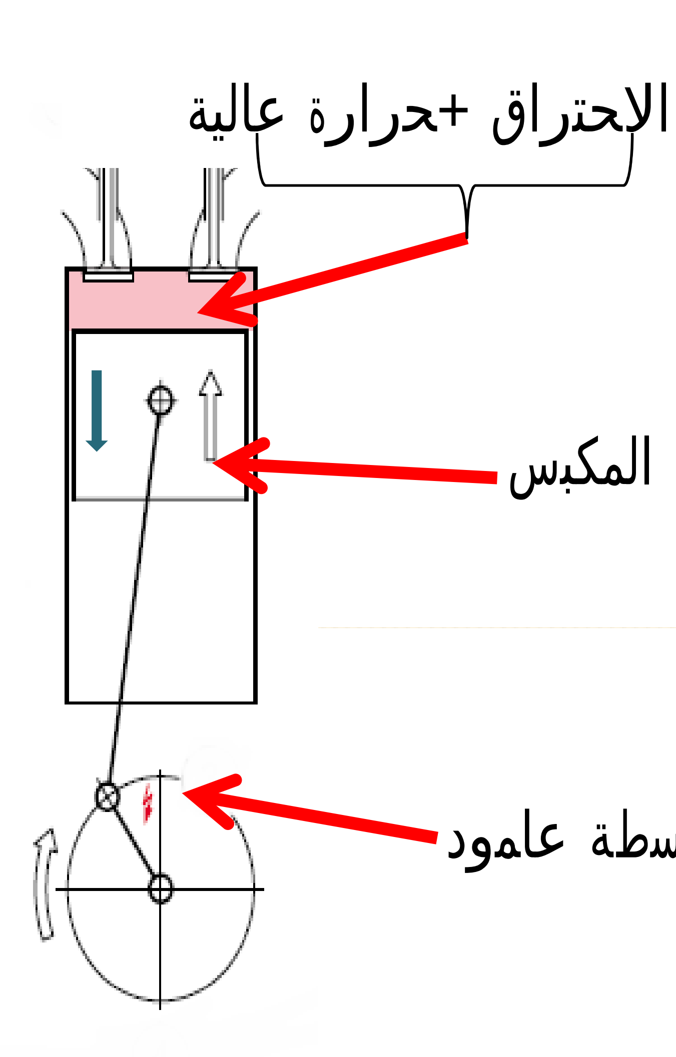
عبارة عن نظام يتم فيه تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود إلى طاقة حرارية تنتج عن اشتعال الوقود ثم إلى طاقة ميكانيكية حركية ترددية بواسطة المكبس (Piston) ثم إلى طاقة ميكانيكية حركية دورانية بواسطة عامود المرفق (Crank Shaft) يستفاد منها بشكل رئيسي في تحريك السيارة.

تحويلات الطاقة داخل محرك الاحتراق الداخلي

الوقود +الهواء



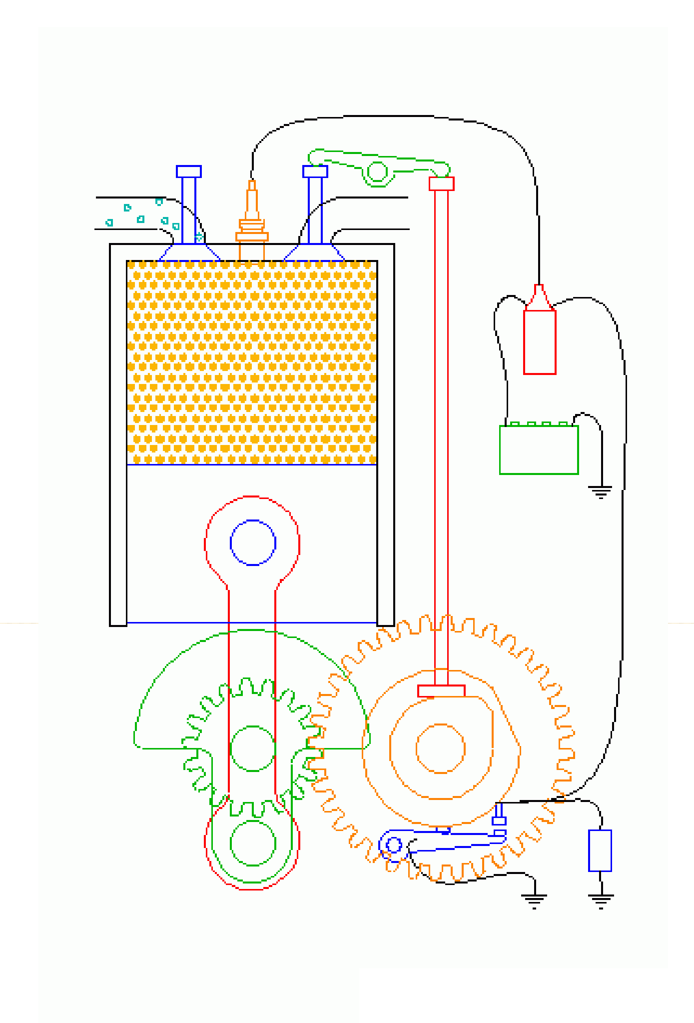
نواتج الاحتراق +حرارة عالية



طاقة ميكانيكية حركية ترددية بواسطة المكبس

طاقة ميكانيكية حركية دورانية بواسطة عامود المرفق

تحويلات الطاقة داخل محرك الاحتراق الداخلي



أجزاء محركات الاحتراق الداخلي



تقسم أجزاء المحرك إلى:

1- الأجزاء الثابتة.

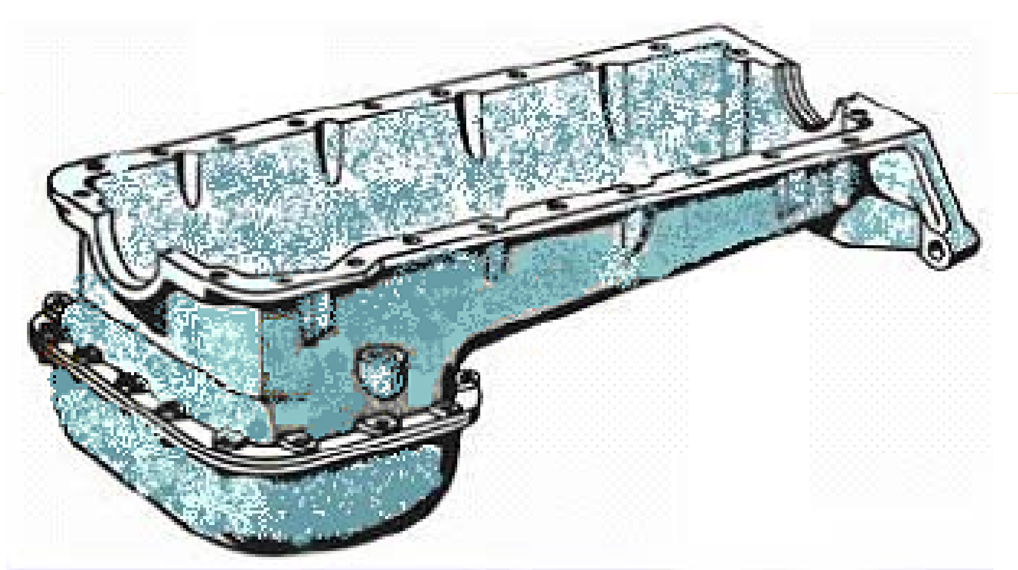
2-الأجزاء المتحركة.

وجميع هذه الأجزاء تعمل مع بعضها لتؤدي الوظيفة المطلوبة من المحرك وهي إعطاء القدرة اللازمة لتحريك المركبة .

الأجزاء الثابتة

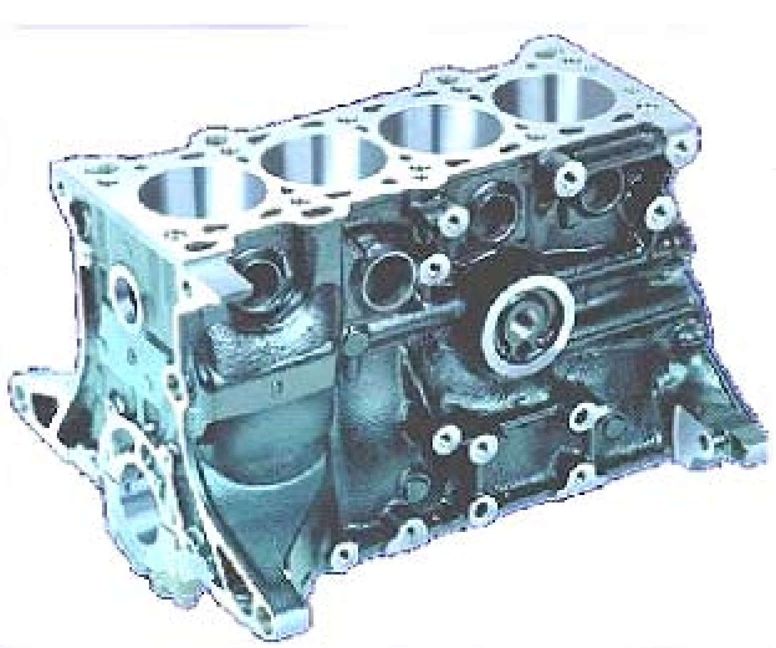
1- **حوض الزيت (الكرتير) engine carter**: يعمل على وقاية عمود المرفق والأجزاء الداخلية للمحرك من الأوساخ والغبار ويعمل كوعاء للزيت ويحافظ عليه.ويصنع من معدن موصل جيد للحرارة(الحديد ،الألمنيوم) حتى يتم تبريد الزيت مع الهواء المحيط به وفي بعض الأحيان

يزود بزعانف لنفس السبب

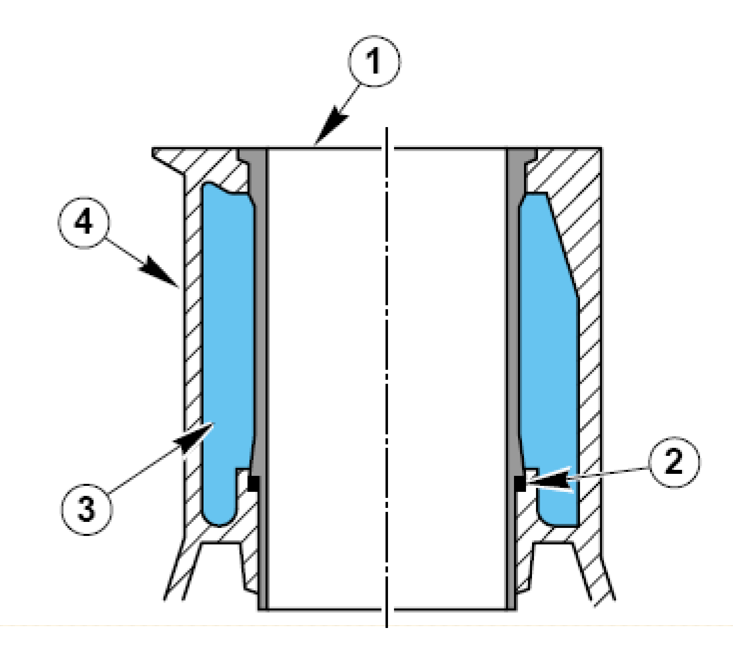


الأجزاء الثابتة

2- جسم المحرك Engine block: يصنع من سبيكة الألمنيوم أو حديد الزهر الرمادي،ويتكون من الاسطوانات، كراسي التحميل الثابتة، ومجاري سائل التبريد والزيت، ويركب عليه رأس المحرك وأجزاء أخرى.



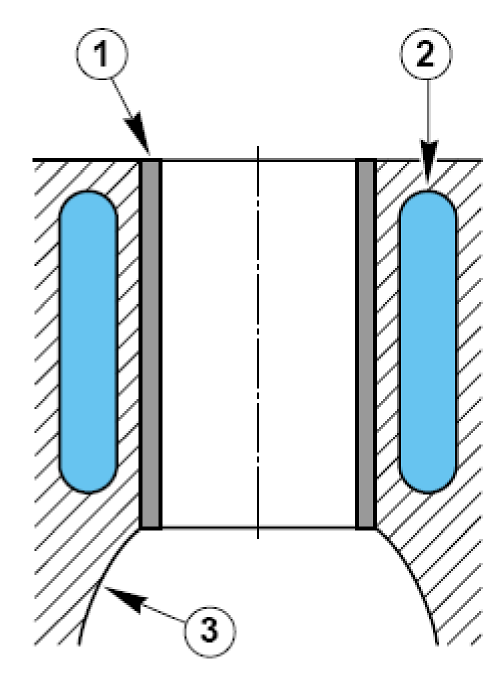
أنواع الاسطوانات



الاسطوانة المبتلة

يلامس سائل التبريد جدار الاسطوانة مباشرة

1. الاسطوانة
2. لباده منع تسرب
3. سائل التبريد
4. سكبة المحرك



الاسطوانة الجافة

سائل التبريد لا يلامس جدار الاسطوانة

1. الاسطوانة
2. سائل التبريد
3. سكبة المحرك

الأجزاء الثابتة

3-كسكيت رأس المحرك Cylinder head casket:

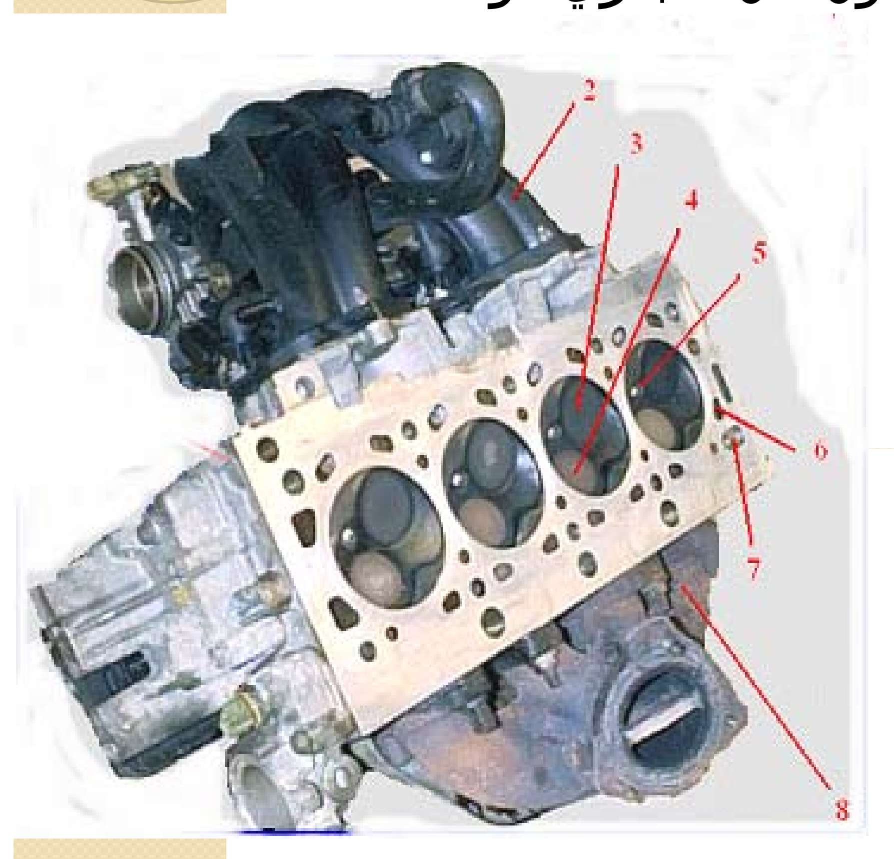
يصنع من لوح معدني مغطى بطبقة من الاسبستوس المعالج وحوافه القريبة من غرف الاحتراق مغطاة بمعدن مقاوم للحرارة والضغط العالي،يفصل بين رأس المحرك وجسم المحرك، ويعمل على عدم تسرب الضغط من اسطوانة إلى أخرى ويمنع من اختلاط الزيت والماء.



الأجزاء الثابتة



4-رأس المحرك Cylinder head:يثبت رأس المحرك فوق جسم المحرك، ويصنع من سبيكة الألمنيوم، ويتكون من مجاري أو فتحات يثبت عليها عمود الكامات والصمامات.



(صمامات السحب "الدخول" رقم 4

صمامات العادم "الخروج" رقم 3)،

مجاري الزيت رقم 7

مجاري الماء رقم 6.

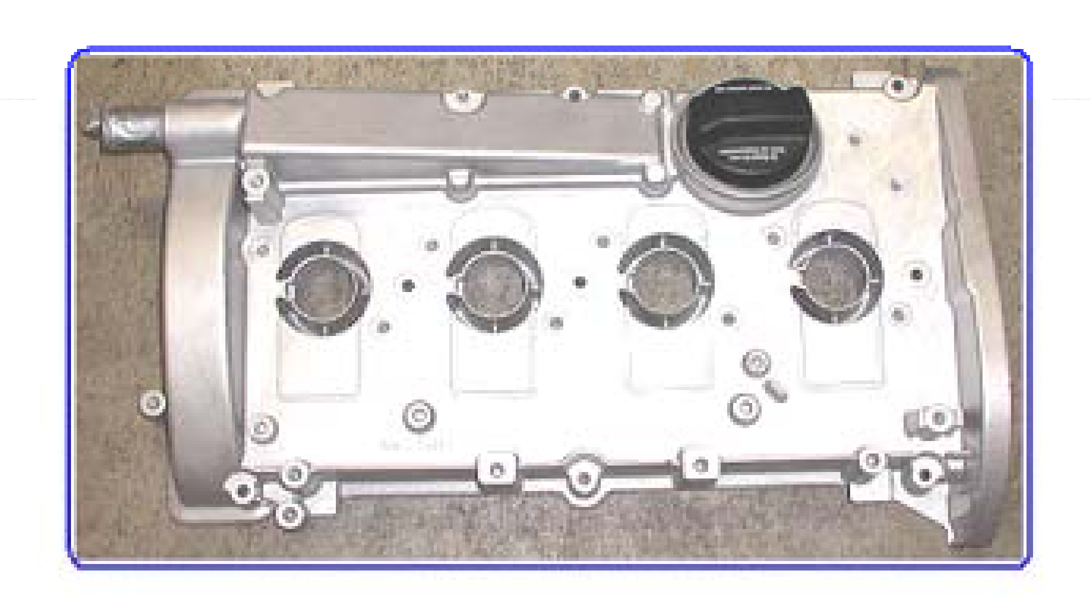
ويثبت عليه مجمع الدخول (المانيفولت) رقم 2

ومجمع الخروج (الاكزوزت) رقم 8،

فتحات شمعات الاشتعال رقم 5 والبخاخات.

الأجزاء الثابتة

5-غطاء رأس المحرك Cylinder head cover:
يصنع من سبائك الألمنيوم أو الفولاذ.يحمي عامود الكامات والصمامات من الأوساخ والغبار ويحافظ على نظافة زيت المحرك، ويمنع تهريب زيت المحرك.



الأجزاء المتحركة

1. المكبس.
2. صمام الدخول.
3. صمام العادم.
4. عمود الكامات.
5. ذراع التوصيل.
6. عمود المرفق.
7. الحذافة.

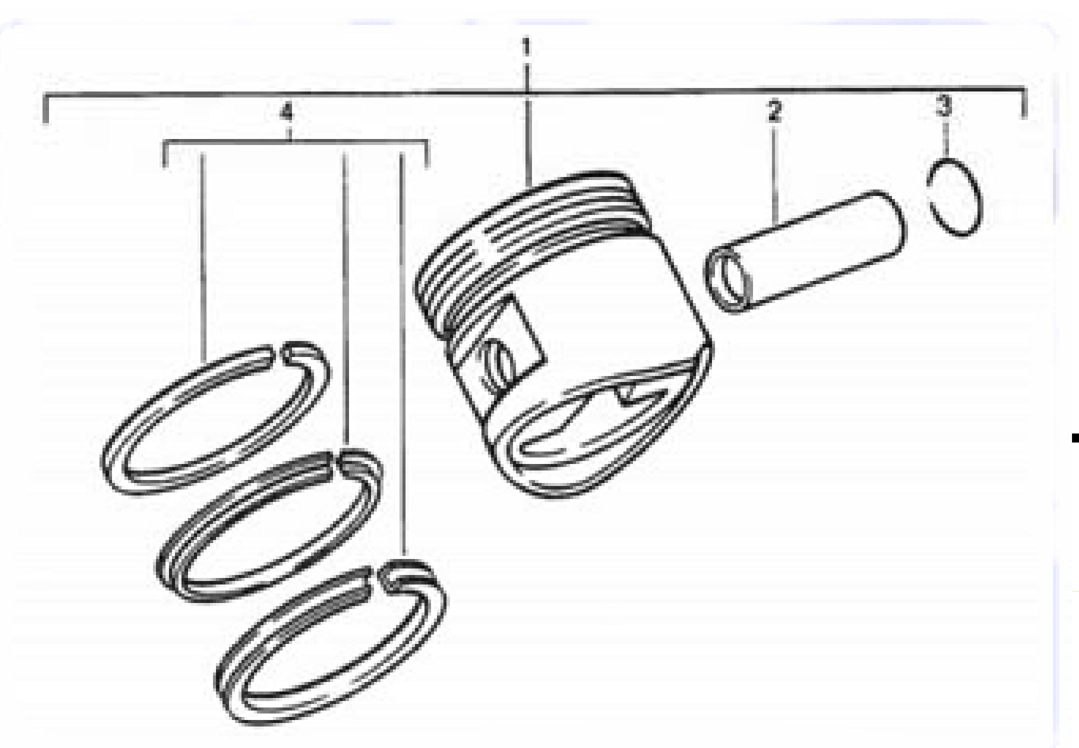
الأجزاء المتحركة

1.المكبس piston :

يصنع من سبيكة الألمنيوم وهو اسطواني الشكل، ويتكون المحرك من عدد من المكابس مساوي لعدد الاسطوانات، فمحرك عدد اسطواناته 4 يكون عدد مكابسه أربعة.ووظيفة المكبس التحرك حركة ترددية ناتجة عن فعل ضغط نواتج الاحتراق.



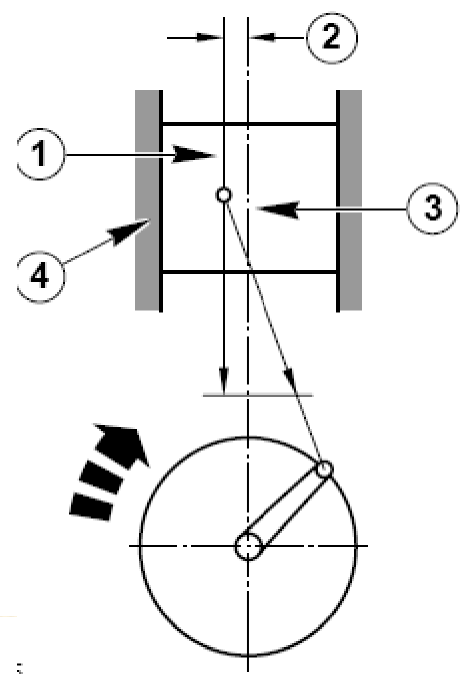
الأجزاء المتحركة



1 .المكبس.
2. مسمار المكبس
3. مربط المكبس.
4. حلقات المكبس.

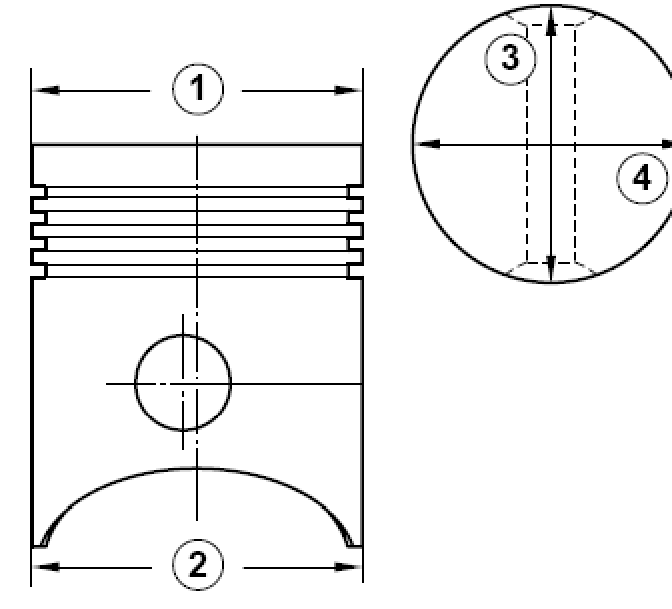
القوى المؤثرة على المكبس

- نتيجة الاشتعال يتكون ضغط عالي حوالي 70 بار في محركات البنزين وحوالي 90 بار في محركات الديزل فيؤثر هذا الضغط على جانب المكبس الذي يكون بعكس دوران المحرك لهذا السبب يصمم محور مسمار المكبس ليبعد عن محور المكبس كما هو واضح من الشكل



1. محور مسمار المكبس
2. المسافة بين محور المكبس والمسمار 1-2% من قطر المكبس
3. محور المكبس
4. جانب المكبس الذي يتعرض للضغط العالي

القوى المؤثرة على المكبس



- يوجد للمكبس قطران القطر الأكبر يكون على زاوية متعامدة مع القطر الذي يمر بمسمار المكبس وذلك لموازنة الاجهادات الحرارية المتولدة فوق رأس المكبس حيث تكون الحرارة عند رأس المكبس أعلى من منطقة الوسط فيحدث اختلاف في تمدد معدن المكبس.

1. قطر رأس المكبس
2. قطر نهاية المكبس
3. القطر باتجاه المسمار الأصغر
4. القطر الأكبر للمكبس

الأجزاء المتحركة

2-الحلقات (الرنجات) The rings:

تثبت حول المكبس وهي نوعين:

ا- حلقات الضغط Pressure rings: تصنع من حديد الزهر وتطلى بطبقة من النيكل الكرومي حتى تتحمل الاجهادات الحرارية، تعمل على عدم تسرب الضغط أو المزيج من غرفة الاحتراق إلى حوض الزيت، وتعمل على تبريد المكبس.



حلقات إحكام الانضغاط

الأجزاء المتحركة

ب- حلقات التزييت Oil rings:تصنع من الفولاذ،وتعمل على تزييت جدران الاسطوانة لتسهيل حركة المكبس وكشط الزيت عن جدران الاسطوانة وإعادته إلى حوض الزيت.


حلقات كشط الزيت.

أشكال حلقات المكبس

1. حلقة ضغط مستطيلة
2. ضغط مع زاوية داخلية
3. ضغط مع زاوية بارزة

7 و 8 و9 حلقات زيت

الأجزاء المتحركة

3- ذراع التوصيل connecting road :

يصنع من سبائك الفولاذ المطروق،ويتكون المحرك من عدد من أذرع التوصيل مساوي لعدد المكابس.

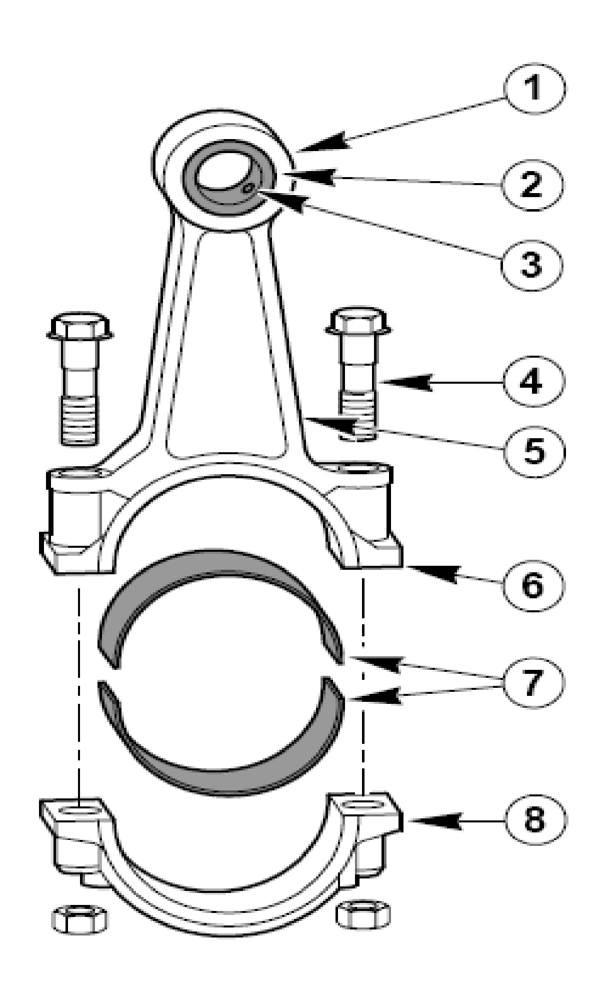
وظائف ذراع التوصيل:

- وصل المكبس بعامود المرفق.
- نقل القوة من المكبس الناتجة

من الأشواط الأربعة إلى عامود المرفق.



أجزاء ذراع التوصيل



1. النهاية الصغرى
2. بوكس لتقليل الاحتكاك
3. ثقب تزييت
4. براغي الوصل
5. الذراع
6. النهاية الكبرى
7. بيل (كشنيط)
8. غطاء الكشنيط

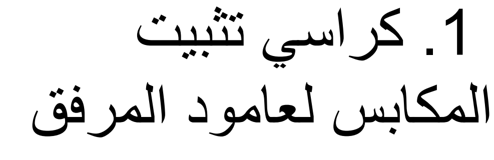
الأجزاء المتحركة

4-عامود المرفقcrank shaft :

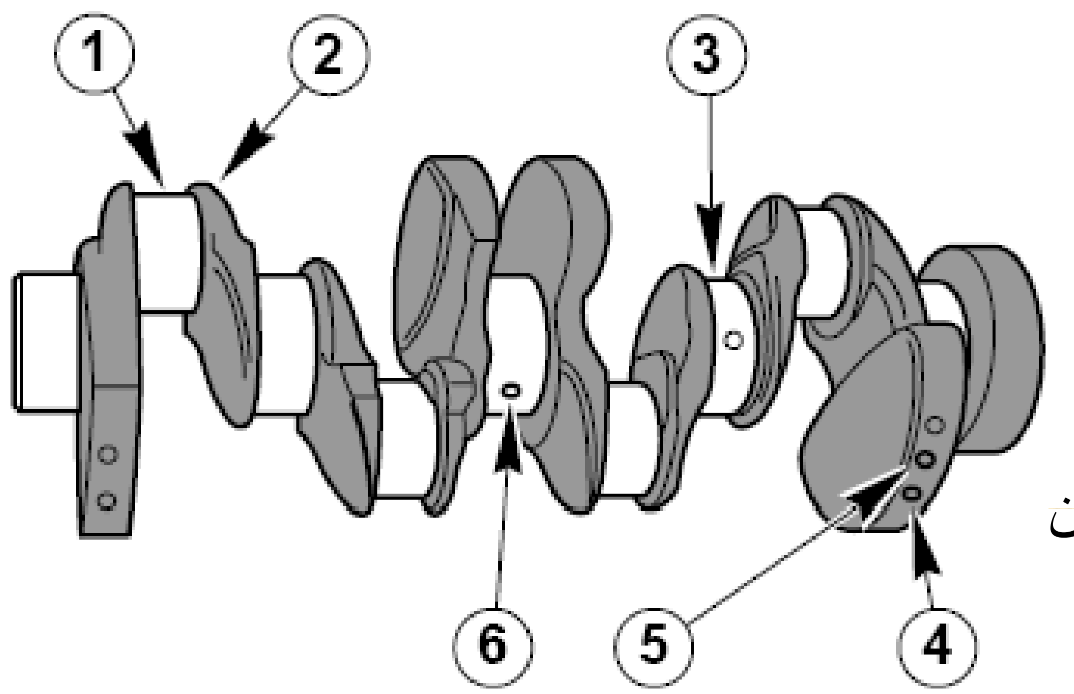
يصنع من سبائك الفولاذ، ويشكل بالطرق،وتجرى عليه عملية تقسية،ويوجد في المحرك عمود يتكون من مرفق واحد أو عدد من المرافق حسب عدد الأسطوانات



عامود المرفق

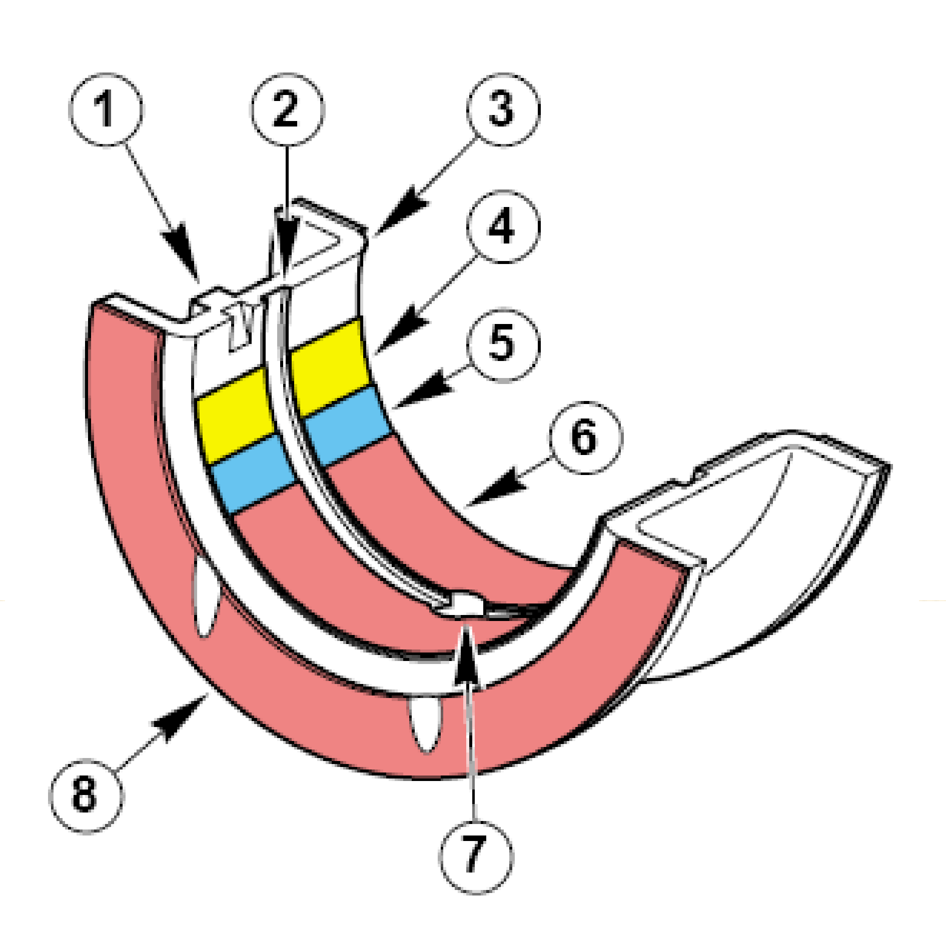


1. كراسي تثبيت المكابس لعامود المرفق



2. جسم الكرنك
3. الكراسي الثابتة
4. ثقوب لموازنة الدوران
5. ثقلات الموازنة
6. ثقوب التزييت

أجزاء شرائح منع الاحتكاك الكشنيط



1. دسرة التثبيت
2. مجرى الزيت

7 ثقب التزييت

الأجزاء المتحركة

وظائف عامود المرفق:

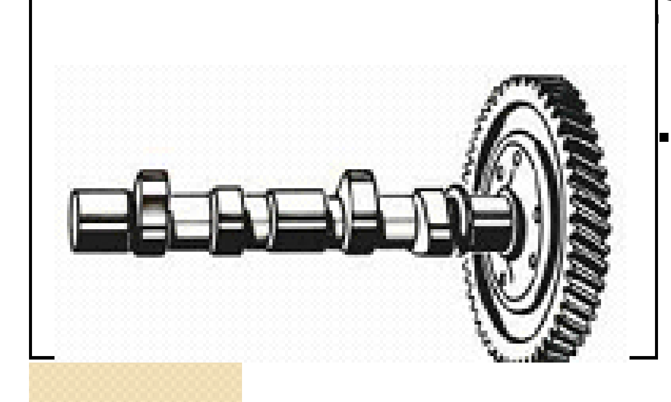
- تحويل حركة المكابس الترددية إلى حركة المرفق الدورانية .
- يمرر الحركة الدائرية عن طريق القابض (الكلاتش) وصندوق السرعات (الجير) إلى عجلات المركبة.
- تثبت عليه الحذافة.
- إدارة مضخة الماء والمولد(الألترنيتر) ومضخة الزيت وغيرها.

الأجزاء المتحركة

5.عامود الحدبات (الكامات) cam shaft : يتكون المحرك من عمود حدبات واحد أو عمودين يمكن أن يثبت فوق رأس المحرك أو داخل سكبة المحرك.

وظائف عمود الحدبات:

- فتح وغلق الصمامات.
- تشغيل مضخة البنزين في المركبات القديمة
- تشغيل عامود الموزع في المركبات القديمة.
- تشغيل مضخة الزيت.



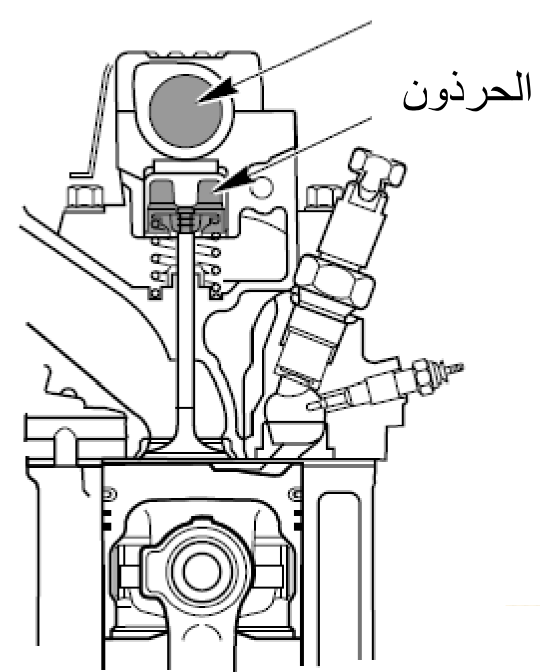
الأجزاء المتحركة

6.الصمامات The valves:

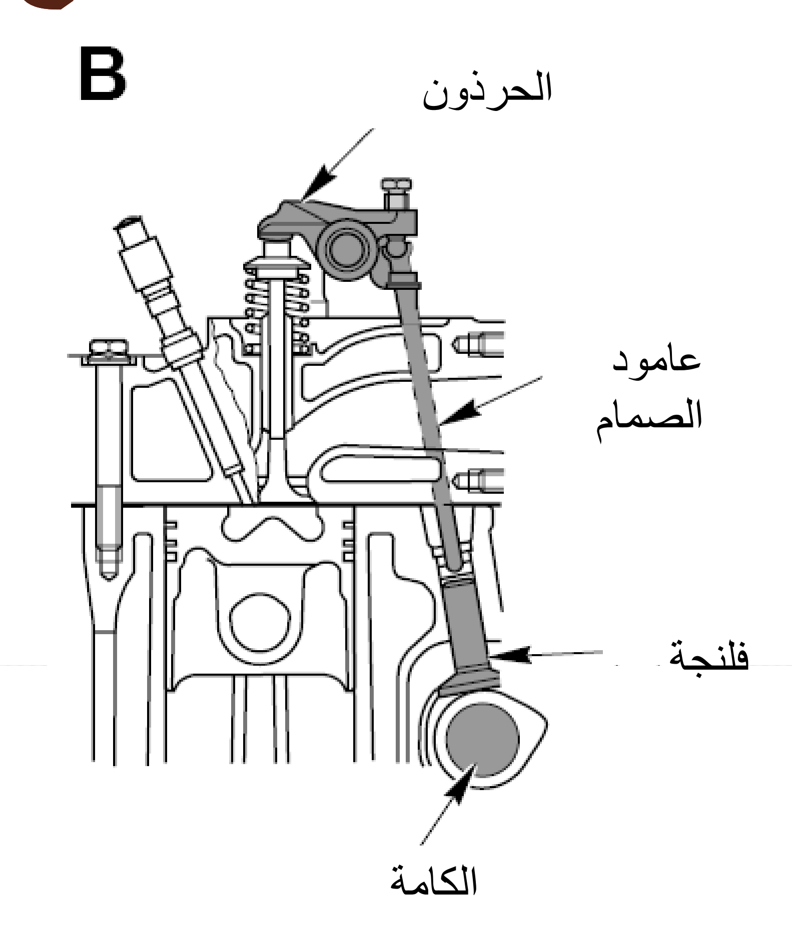
تصنع من الفولاذ المصقول بطبقة من الكروم والنيكل، وتحوي كل اسطوانة صمامين على الأقل، ,وبالتالي فإن محرك ذو أربعة اسطوانات يحتوي على ثمانية صمامات على الأقل.



آليات فتح الصمامات

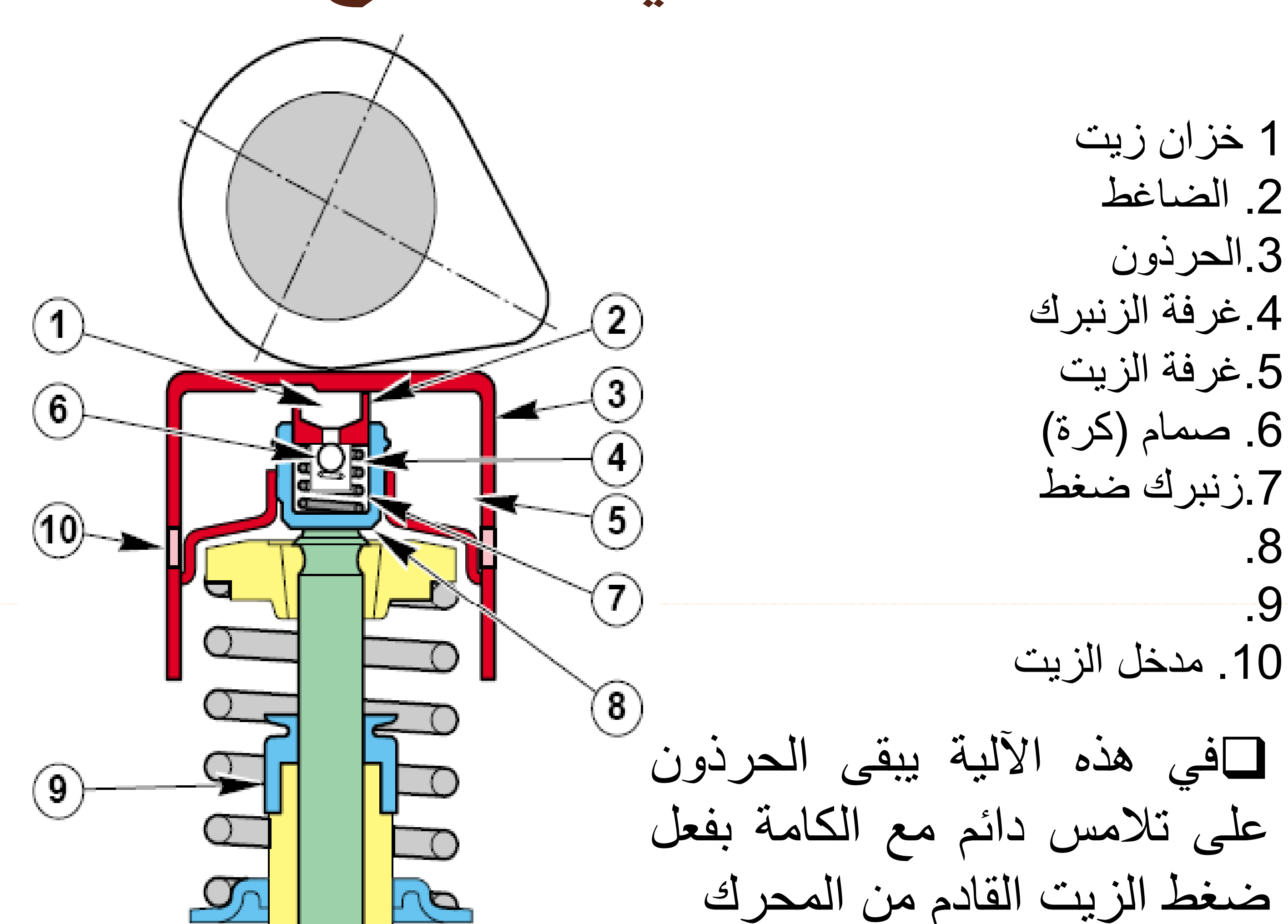


عامود الكامات فوق رأس المحرك



عامود الكامات بجانب السكبة

الصمامات التي لا تحتاج إلى معايرة



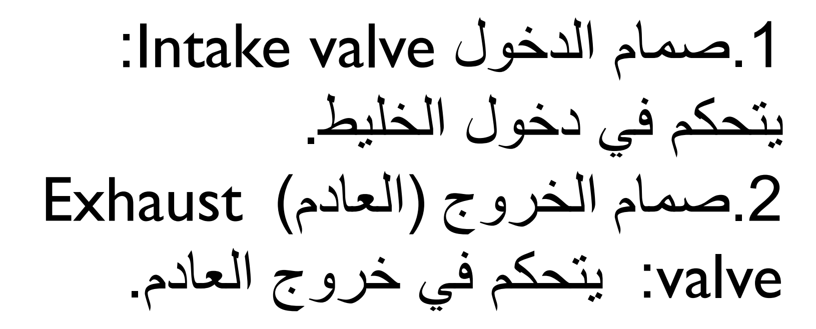
- في هذه الآلية يبقى الحرذون على تلامس دائم مع الكامة بفعل ضغط الزيت القادم من المحرك

الأجزاء المتحركة

وظيفة الصمامات:

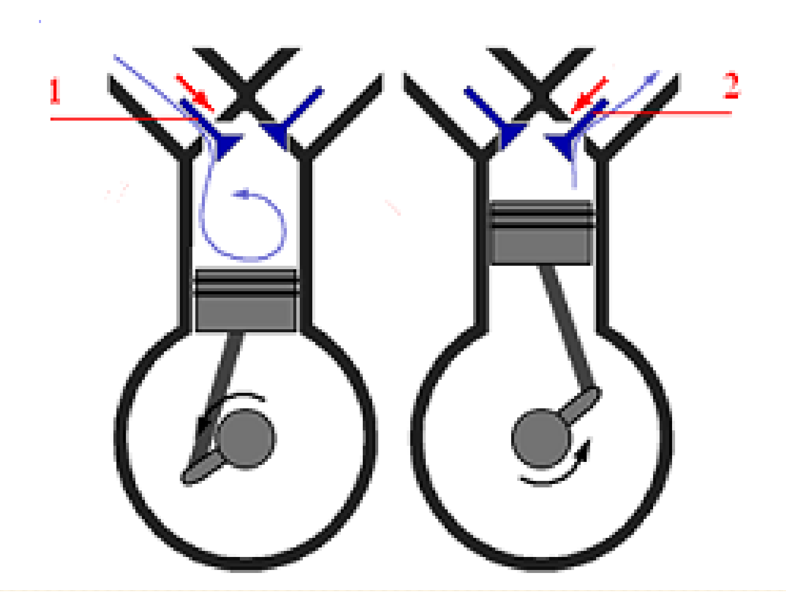
هي فتح ممرات الدخول في أشواط السحب لإدخال الخليط، وكذلك فتح ممرات الخروج في أشواط العادم من اجل إخراج الغازات العادم، وذلك عن طريق عامود الحدبات *وزنبرك الصمام أو الروافع الهيدروليكية،* ويتم أيضا فتح وغلق الصمامات بتزامن دقيق جدا بين عامود المرفق وعامود الكامات خلال الأشواط الأربعة التي يتحركها المكبس

الأجزاء المتحركة

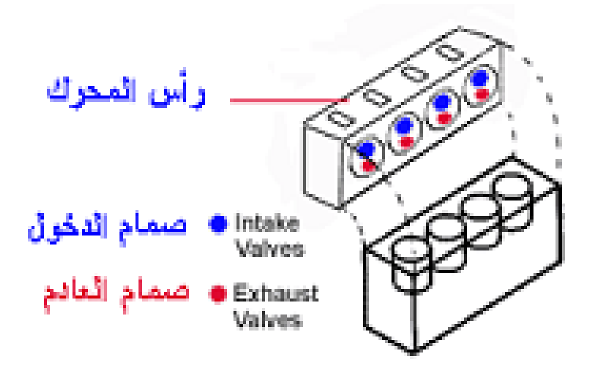


أنواع الصمامات:

1.صمام الدخول Intake valve:
يتحكم في دخول الخليط.
2.صمام الخروج (العادم) Exhaust valve: يتحكم في خروج العادم.



والشكل يبين محرك ذو أربعة اسطوانات وثمانية صمامات، أربعة صمامات دخول، وأربعة صمامات عادم.



الأجزاء المتحركة

7- الحذافة flywheel:

- تصنع من الحديد الصلب أو حديد الزهر الرمادي، ويتكون المحرك من حذافة واحدة تثبت على النهاية الخلفية لعمود المرفق.

وظائف الحذافة:

ا. خزن الطاقة المتولدة من أشواط المحرك من اجل إعطاء المحرك قوة استمرارية.

ب.موازنة عمل المحرك.

ج.تركب عليها مجموعة القابض (الكلاتش).

د. تعمل على بداية تشغيل المحرك بواسطة بادئ الحركة (السلف) عن طريق الأسنان المركبة على محيطها.



عرض فيديو لأجزاء المحرك

الفيديو



الوحدة الثانية

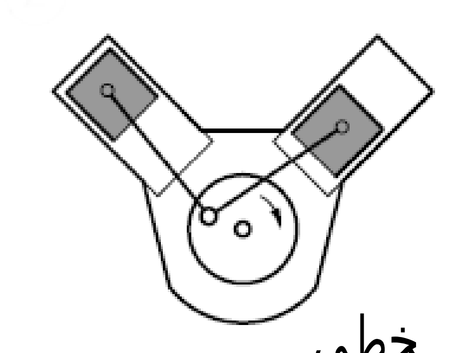
تصنيفات المحركات ودورات عملها

تقسيمات محركات الاحتراق الداخلي

تقسم المحركات نسبة إلى الخواص التالية:

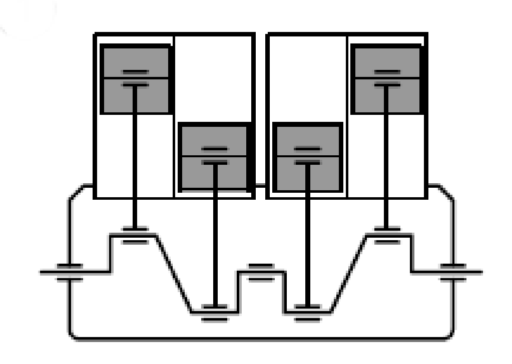
- ترتيب الاسطوانات
- دورات التشغيل (عدد الأشواط)
- نوع الاشتعال
- طريقة تحضير الخليط
- طريقة التبريد
- طريقة شحن الاسطوانات
- موقع عامود الكامات
- الحركة الأساسية
- نوع الوقود

ترتيب الاسطوانات

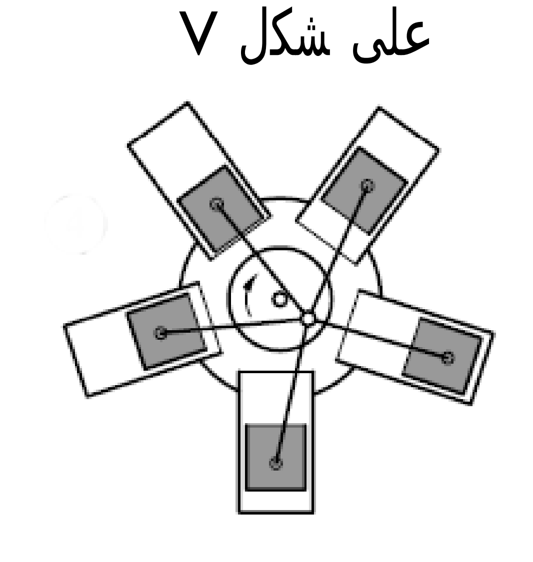


خطي

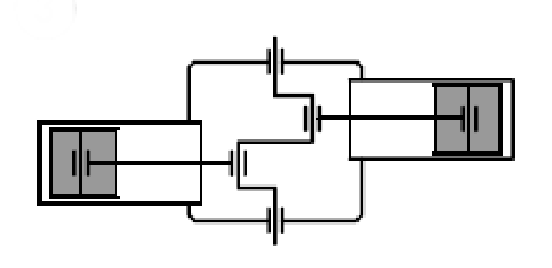
على شكل V



خطي



دائري



متقابل أفقي

تقسيمات محركات الاحتراق الداخلي

- حسب دورات التشغيل (عدد الأشواط)

- رباعية الأشواط 4-stroke.
- ثنائية الأشواط 2- stroke .

- حسب نوعية الاشتعال.

- اشتعال بواسطة شرارة كهربائية spark ignition.
- اشتعال ذاتي Auto ignition.

- حسب طريقة تحضير الخليط.

- بطريقة المازج (كاربوريتر) carburetor
- بطريقة الحقن fuel injection

تقسيمات محركات الاحتراق الداخلي

- حسب طرق التبريد

-التبريد بالماء water cooling .

- التبريد بالهواء air cooling.

- حسب شحن الاسطوانات بالهواء.

- شحن عادي normally charging.

- شحن مضغوط pressure charging.

- حسب موقع عامود الكامات.

- فوق رأس المحرك Over Head Camshaft(OHC).

-عامود الكامات يكون في سكبة المحرك.

تقسيمات محركات الاحتراق الداخلي

- حسب الحركة الأساسية للمحرك.

- الحركة الترددية reciprocating piston engine.

- الحركة الدورانية - rotary piston engines

المحرك التوربيني turbine engine

-المحرك النفاث jet engine

- حسب نوع الوقود.

- محركات تعمل بالبنزين petrol engine(gasoline).

- محركات تعمل بالديزل diesel engine

-محركات تعمل بالطاقة البديلة مثل محركات الغاز ومحركات الهيدروجين والوقود متعدد التركيب

طريقة ترقيم اسطوانات المحرك واتجاه الدوران

- يتم ترقيم اسطوانات المحرك حسب المقاييس المتعارف عليها بحيث دائما تكون الاسطوانة رقم 1 هي في ابعد نقطة عن مخرج القدرة من المحرك والقدرة الخارجة من المحرك تكون عادة عند الحذافة.

ملاحظة: (توجد محركات تخالف هذا الترقيم لهذا دائما يجب الرجوع إلى معلومات المنتج في المحركات غير المألوفة في التعامل).

- اتجاه دوران المحرك عادة يكون باتجاه عقارب الساعة إذا نظرت إلى المحرك من النقطة البعيدة عن مخرج القدرة

مخرج القدرة

B

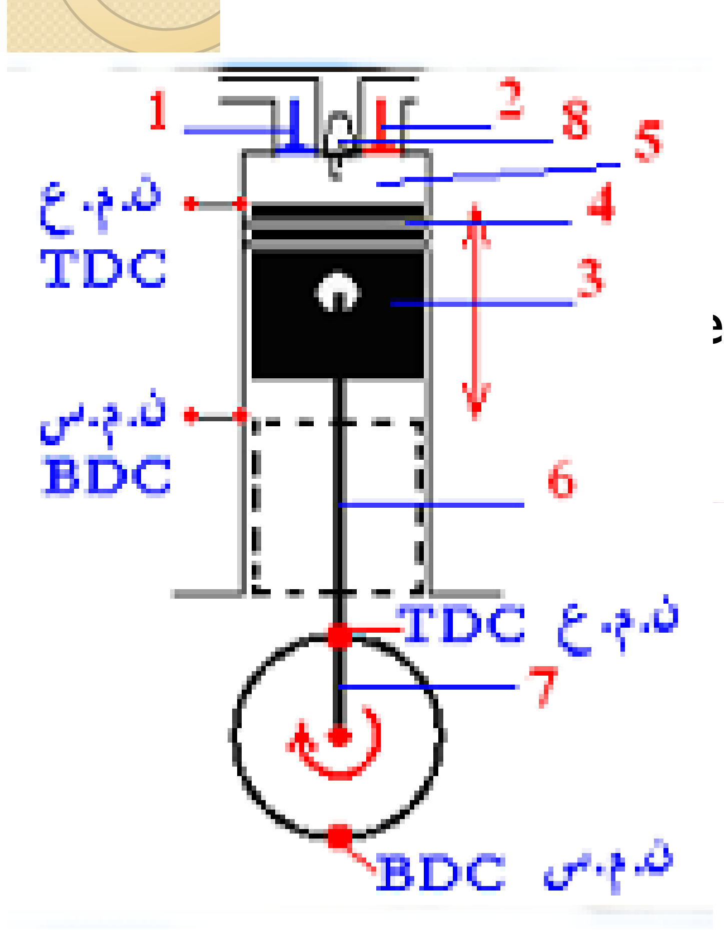
A

اتجاه الدوران

مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)

- **أجزاء المحرك:**

1. صمام الإدخال (السحب) Intake Valve (IV)
2. صمام الإخراج (العادم) Exhaust Valve (EV)
3. المكبس The Piston (P)
4. الحلقات The Piston Rings (PR)
5. غرفة الاحتراق Combustion Chamber (CC)
6. ذراع التوصيل The Connection Rod (CR)
7. عمود المرفق The Crank Shaft (CS)
8. شمعة الاشتعال The Spark Plug (SP)



مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)

- **مصطلحات مهمة لعمل المحرك:**
  - النقطة الميتة العليا(ن.م.ع) (TDC):هي أقصى نقطة يصل إليها سطح المكبس العلوي أثناء حركته صعودا .
  - النقطة الميتة السفلى(ن.م.س) (BDC): هي أدنى نقطة يصل إليها سطح المكبس العلوي أثناء حركته نزولا .
  - شوط المكبس piston stroke(L): هو المسافة بين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى.
  - حجم الاسطوانة cylinder volume(Vc): حاصل ضرب مساحة قاعدة الاسطوانة بشوط المكبس.
  - حجم غرفة الاحتراق(الاشتعال) combustion chamber volume: هو الفراغ الموجود فوق المكبس عندما يكون في النقطة الميتة العليا.

مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)

- **مصطلحات مهمة لعمل المحرك:**
  - حجم المحرك: حجم اسطوانة واحدة مضروب بعدد اسطوانات المحرك.
  - نسبة الانضغاط compression ratio : هي النسبة بين حجم فراغ الاسطوانة + حجم غرفة الاشتعال مقسومة على حجم غرفة الاحتراق.
  - عدد دورات المحرك: عدد دورات عمود المرفق في الدقيقة (R.P.M).

مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)

• دورة الأشواط الأربعة:

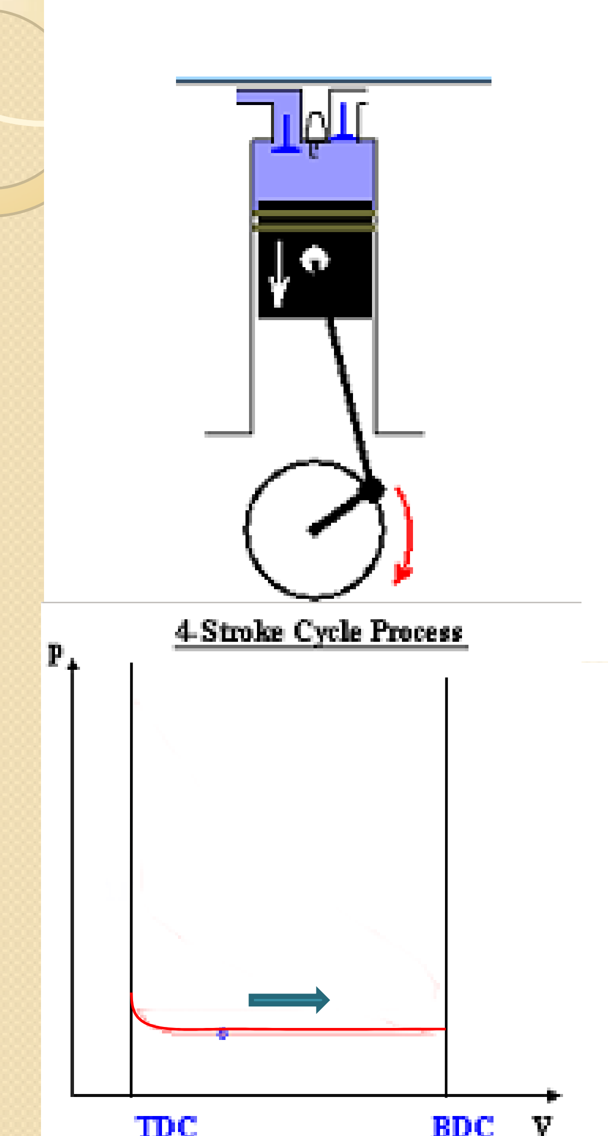
يتم تحويل الحركة الترددية التي يتحركها المكبس إلى حركة دورانية بواسطة ذراع التوصيل وعمود المرفق (الكرنك) وذلك عن طريق أشواط أربعة يتحركها المكبس بين النقطة الميتة العليا (TDC) والنقطة الميتة السفلى (BDC) ودورتين لعامود المرفق.

إذا كان هناك إمكانية لقياس الضغط (Pressure)والحجم (Volume) في غرفة الاحتراق خلال الأشواط الأربعة، فانه سينتج المنحنى البياني الموضح في الشكل، بداية المنحنى تكون من النقطة (1) الموضحة والتي تمثل بداية شوط السحب، النقطة (2) تمثل نهاية شوط السحب وبداية شوط الضغط، والنقطة (3) تمثل نقطة توقيت الاشتعال (Ignition Timing) (I T)، والنقطة (4) تمثل بداية شوط العمل، والنقطة (5) تمثل نهاية شوط العمل وبداية شوط العادم.

مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية) الأشواط الأربعة.

شوط السحب-1intake stroke:

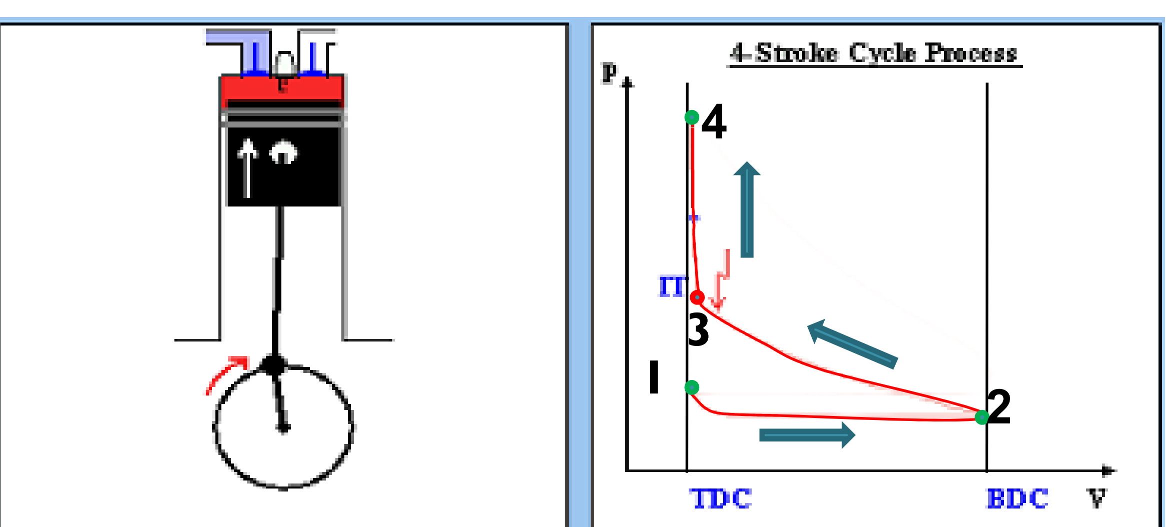
في هذا الشوط وبتأثير الطاقة المخزونة بالحذافه (الفلايويل)، يتحرك المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى مكونا فراغا هوائيا داخل الاسطوانة مما يؤدي دخول الخليط إلى داخل الاسطوانة، و هذا الخليط هو عبارة عن مزيج من الوقود والهواء بنسبة (15:1) وزنا أي كل 1غرام وقود يحتاج إلى 15 غرام هواء، وفي هذا الشوط يكون صمام الدخول مفتوح وصمام العادم مغلق وشمعة الاحتراق لا تعمل.



مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية) الأشواط الأربعة.

: 2compression stroke- شوط الضغط

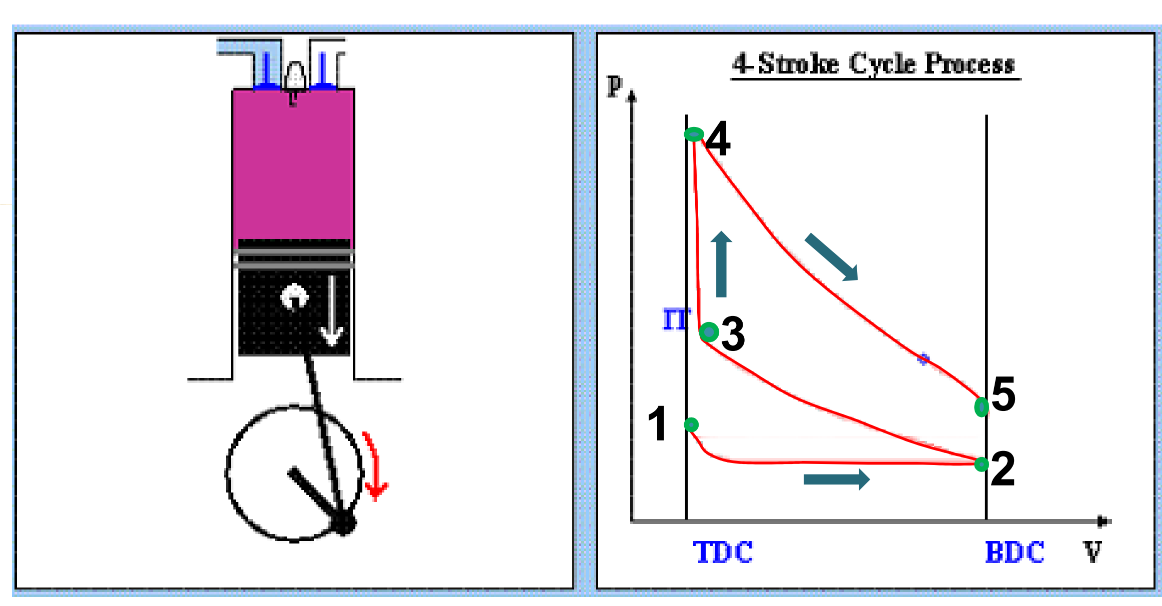
في هذا الشوط يتحرك المكبس من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا، وصماما الدخول والخروج مغلقان لذلك فان *فراغ حجم الاسطوانة* يصغر وبالتالي يرتفع الضغط والحرارة من أجل تهيئة الخليط المكون من الهواء والوقود لبدء الاحتراق قبل أن يصل المكبس إلى النقطة الميتة العليا بقليل، وبالتحديد عند النقطة IT (نقطة بداية توقيت الاشتعال) لحظة بداية حدوث الشرارة



مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)
الأشواط الأربعة.

3- شوط العمل (الاحتراق أو القدرة)

صماما الدخول والإخراج مغلقان، الخليط يشتعل ويحدث احتراق يولد ضغطا عاليا داخل الاسطوانة مما يؤدي إلى دفع المكبس باتجاه النقطة الميتة السفلى بسرعة وقوة كبيرة تنتقل إلى عامود المرفق (الكرنك) بواسطة ذراع التوصيل لإعطاء شغل ميكانيكي يستفاد منه.



مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية) الأشواط الأربعة.

4- شوط العادم (الإخراج) :

صمام العادم مفتوح: المكبس يصعد بفعل الطاقة المخزونة بعجلة الحذافة (أو بفعل شوط العمل) باتجاه النقطة الميتة العليا طاردا غازات العادم من خلال صمام العادم المفتوح، وعند وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا يبدأ صمام العادم بالإغلاق ، ويكون صمام السحب قد بدأ بالفتح قبل النقطة الميتة العليا، ويستمر الصمام بالفتح من أجل شوط جديد من أشواط عمل المحرك وبالتحديد شوط السحب.

4-Stroke Cycle Process

P

4

IT 3

1

5

2

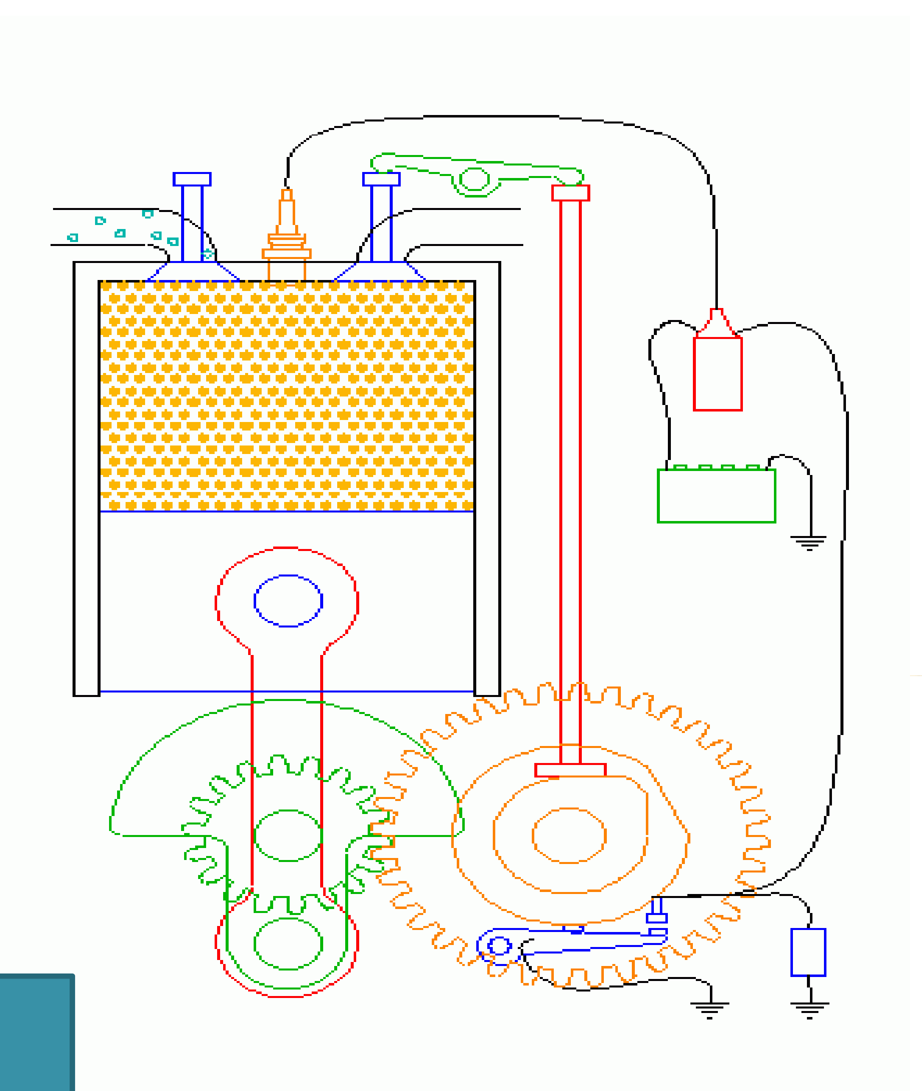
TDC BDC V

مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)

تأكد من فهم الأتي

- كل شوط هو حركة المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى ويساوي هذا 180 درجة من درجات عامود المرفق.
- يدور عامود الكامات دورة واحدة 360 درجة في حين يدور عامود المرفق دورتين 720 درجة أي بنسبة نقل 1:2 ويأتي ذلك باختلاف أقطار آلية التعشيق بين عامود الكامات وعامود المرفق.

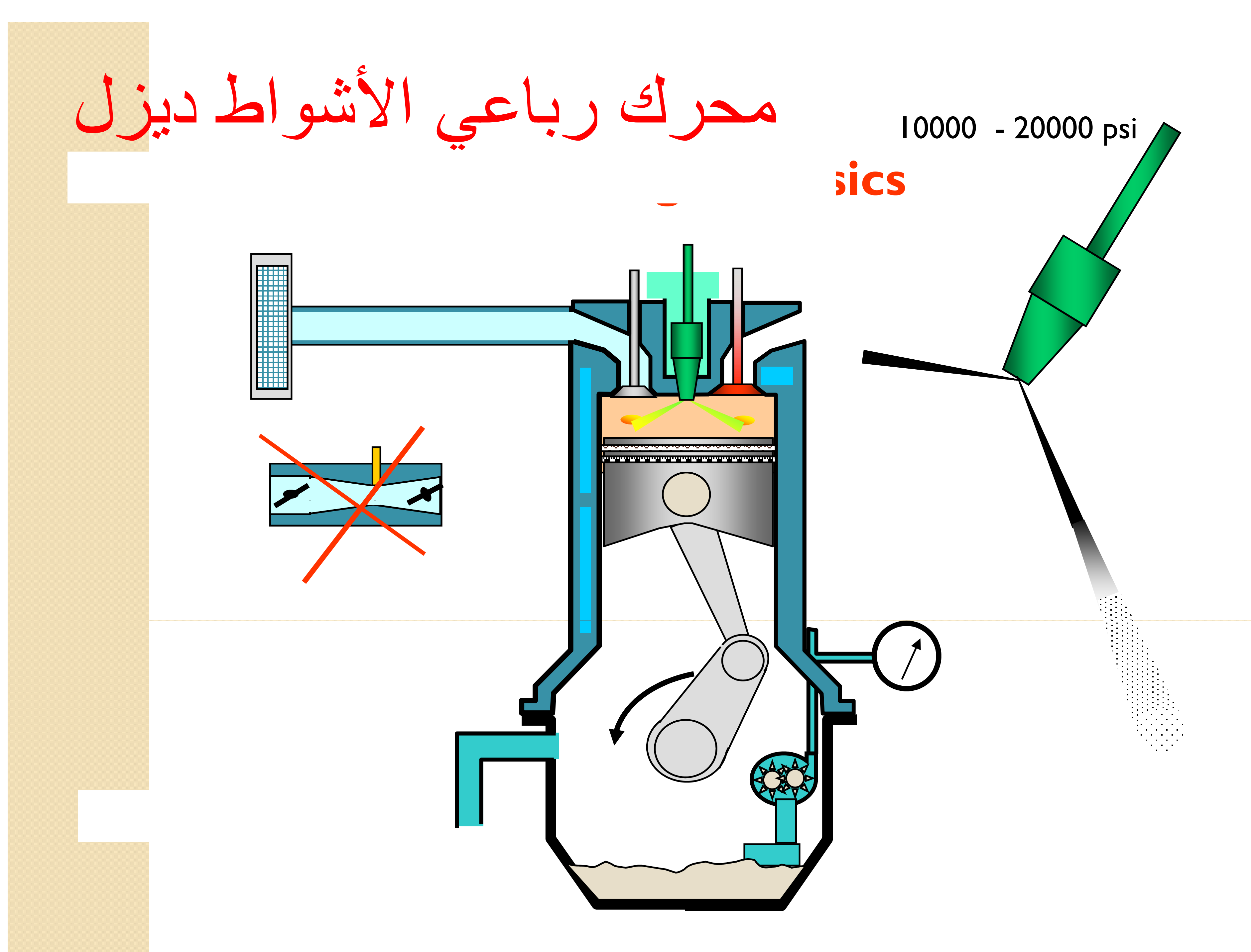
مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)



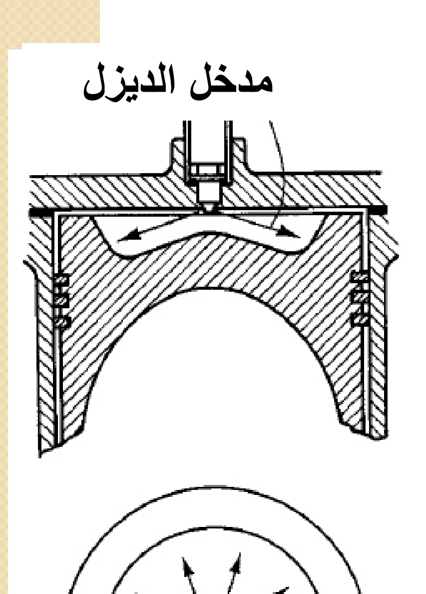
محرك رباعي الأشواط ديزل

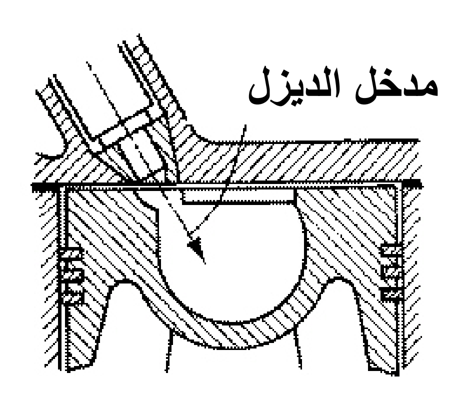
- الأشواط الأربعة هي نفس الأشواط في محرك الجازولين.
- الاختلاف في شوط السحب يدخل إلى داخل المحرك فقط هواء وفي نهاية شوط الانضغاط يحقن الديزل حيث يوجد بخاخ بدل من البوجية في محركات الجازولين.
- في شوط الانضغاط ترتفع درجة حرارة الهواء بفعل الضغط إلى درجة حرارة كافية لإشعال الديزل المذرر(تسمى درجة الإشعال الذاتي للديزل تقريبا 400 درجة.
- يحقن الديزل بضغط عالي جدا فيذرره البخاخ ليسهل اشتعاله

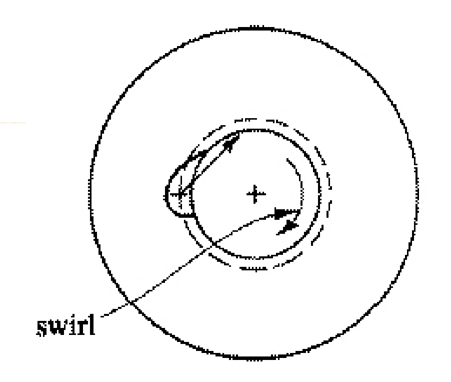
محرك رباعي الأشواط ديزل

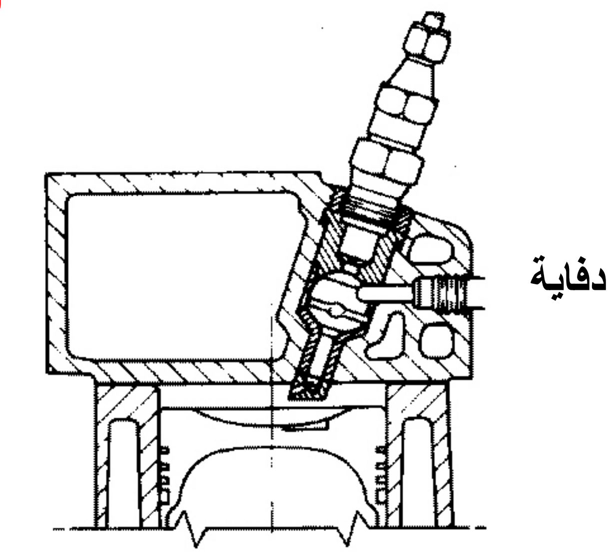


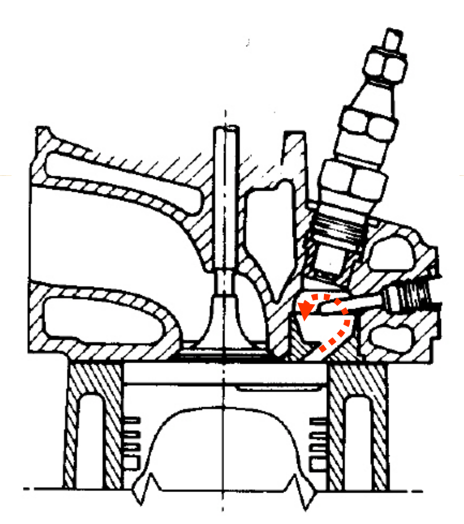
أنواع الحقن في محركات الديزل









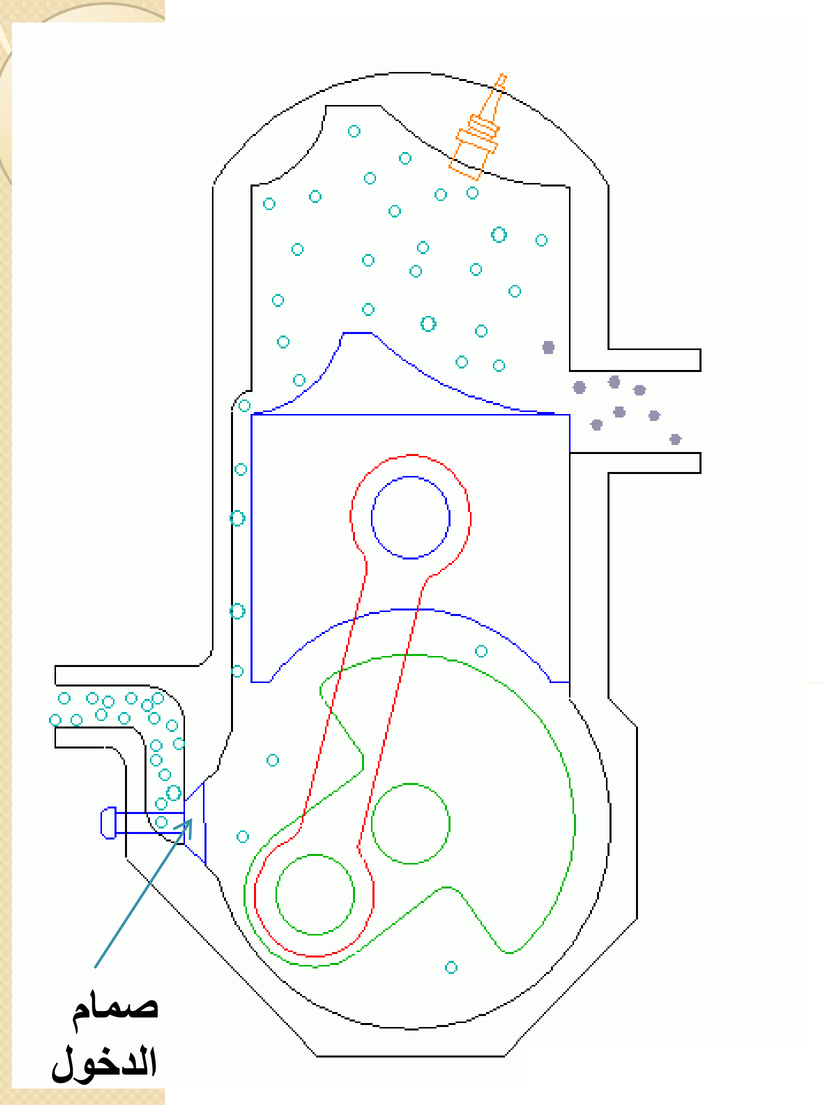


حقن مباشر مع غرفة احتراق مجزئة

حقن مباشر مع غرفة احتراق لعمل دوامة

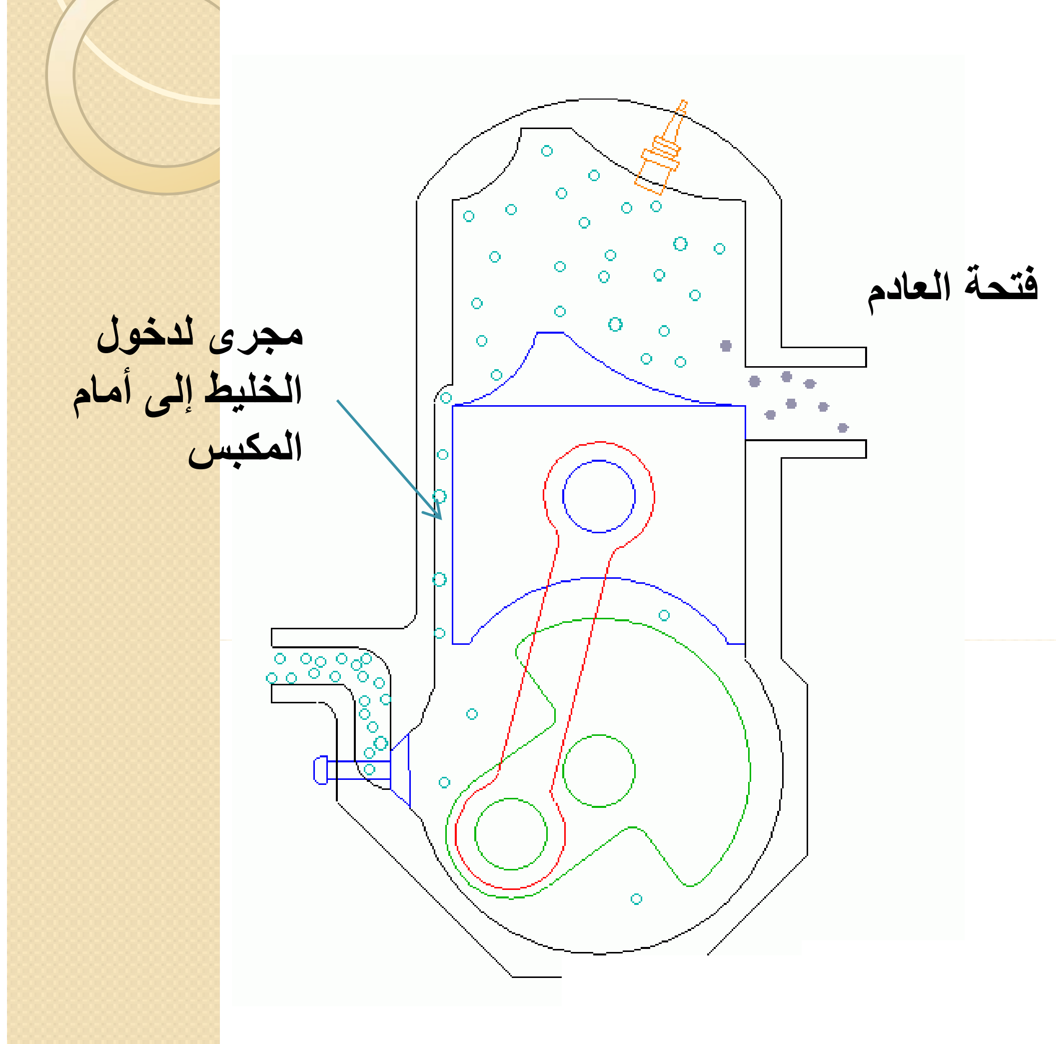
حقن غير مباشر بالقرب من صمام الدخول لعمل دوامة

محركات ثنائية الأشواط



شوط الضغط: وهو حركة المكبس صعودا إلى النقطة الميتة العليا ضاغطا خليط الهواء والوقود الذي دخل إلى غرفة عامود المرفق أثناء شوط الضغط من صمام الدخول .

محركات ثنائية الأشواط



شوط القدرة: وهو حركة المكبس إلى النقطة الميتة السفلى بتأثير الضغط الذي تولد من انفجار الخليط وعند وصول المكبس تقريبا إلى النقطة الميتة السفلى:

1-يبتعد المكبس عن فتحة العادم فتخرج غازت العادم

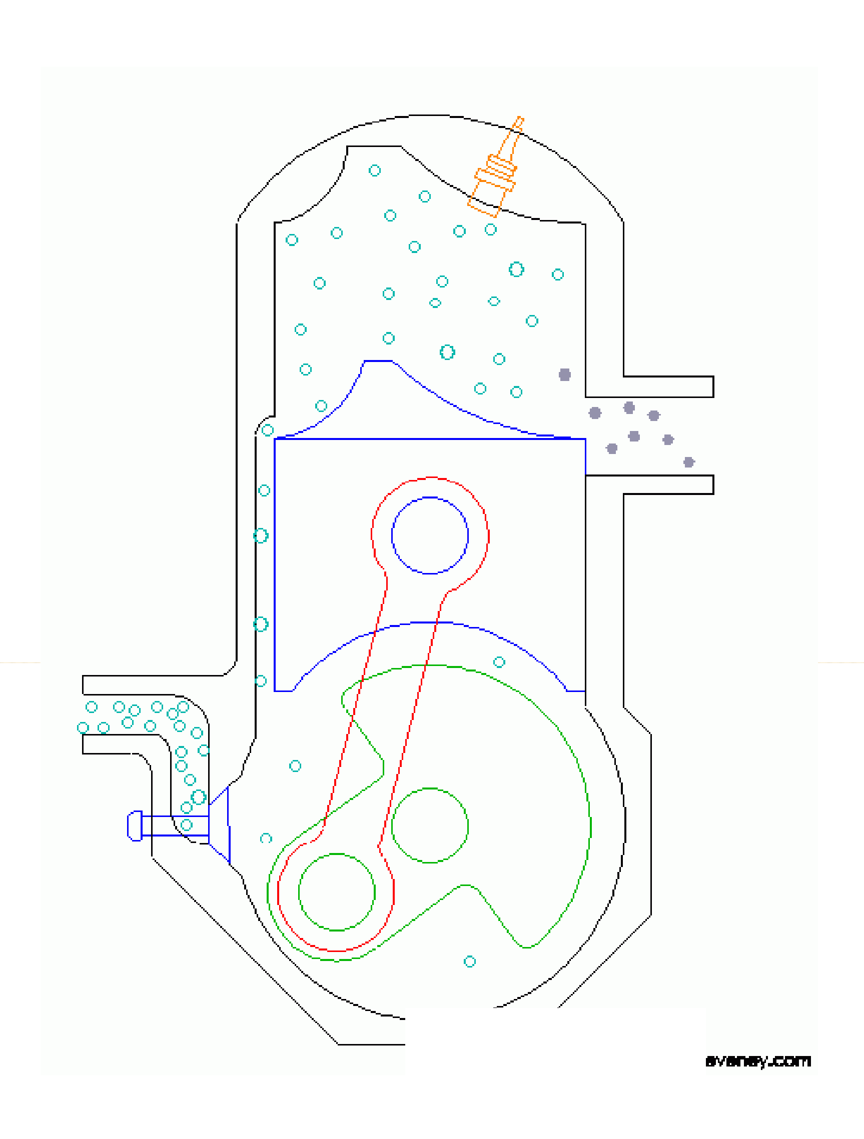
2- يفتح المكبس مجرى دخول الخليط فيتدفق خليط الوقود أمام المكبس بفعل الضغط الذي ولده المكبس على الخليط في غرفة عامود المرفق

مميزات محركات ثنائية الأشواط

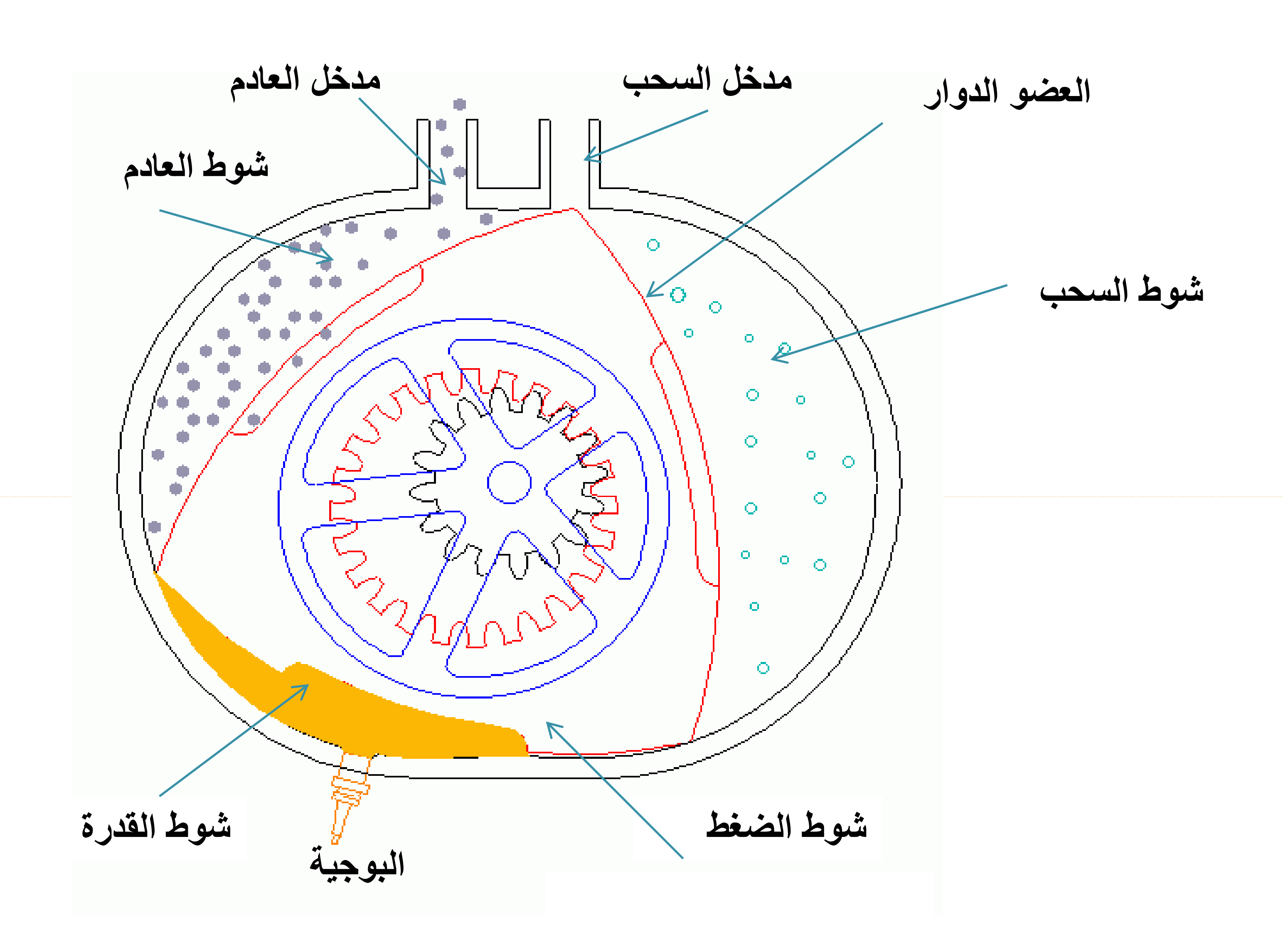
- القدرة التي تتولد من هذه المحركات أعلى من محركات رباعية الأشواط حيث يحدث شوط القدرة كل دورة من دورات عامود المرفق أي كل 360 درجة وليس كل 720 درجة كما في محركات رباعية الأشواط.
- سهولة تصميم الصمامات.

في هذه المحركات يتم إضافة زيت المحرك مع الوقود وبالتالي يتم حرق الزيت وهذه تعد احد عيوبه بالإضافة إلى الصوت المزعج

محركات ثنائية الأشواط



محركات وانكل (المحرك الدوار)



الوحدة الثالثة

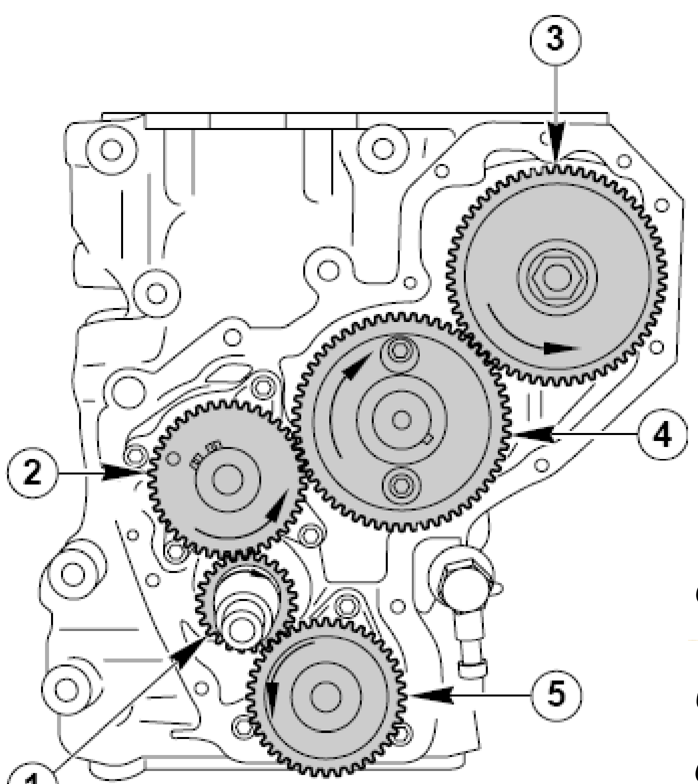
توقيت محركات الاحتراق الداخلي

مبدأ عمل محرك بنزين رباعي الأشواط (الدورة الرباعية)

- توقيت المحرك Engine timing.

وهي العلاقة التي تربط بين حركة المكبس المسئول عنها ***عامود المرفق***، وموعد فتح الصمامات (صمام العادم وصمام السحب) المسئول عنها ***عامود الكامات***، وموعد إعطاء الشرارة في محركات البنزين أو حقن الديزل في محركات الديزل المسئول عنها ***عامود الكامات***.

طرق ربط عامود الكامات مع عامود المرفق



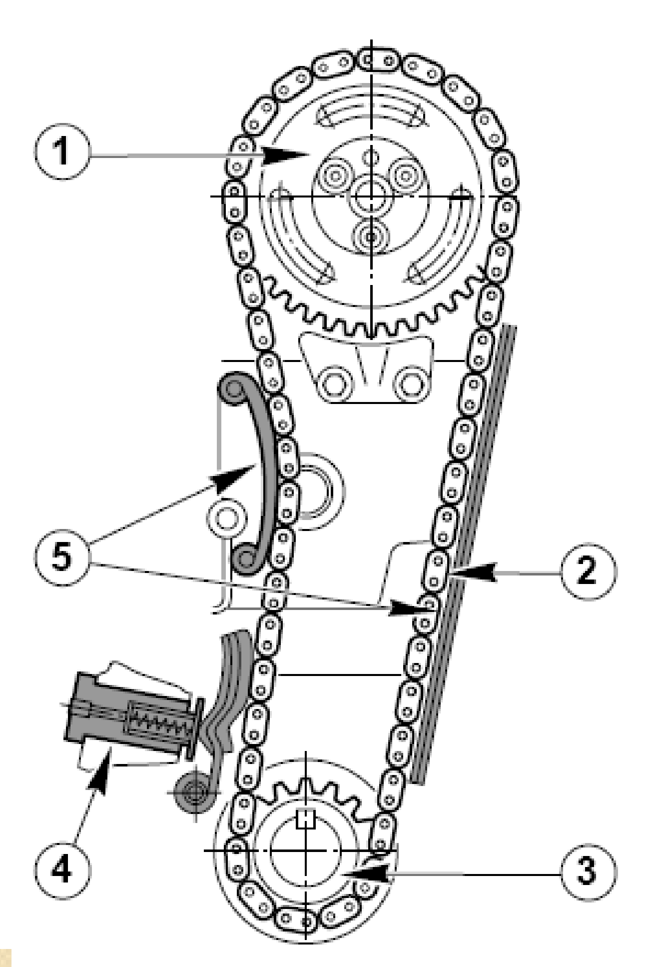
الربط بالمسننات

1. عامود المرفق الكرنك
2. مضخة فاكيوم خلخلة
3. عامود الكامات
4. مضخة الديزل
5. مضخة الزيت

- لاحظ أن قطر مسنن عامود الكامات **ضعف** قطر مسنن عامود المرفق أي أن سرعة دوران عامود الكامات نصف سرعة عامود المرفق ولهما نفس اتجاه الحركة

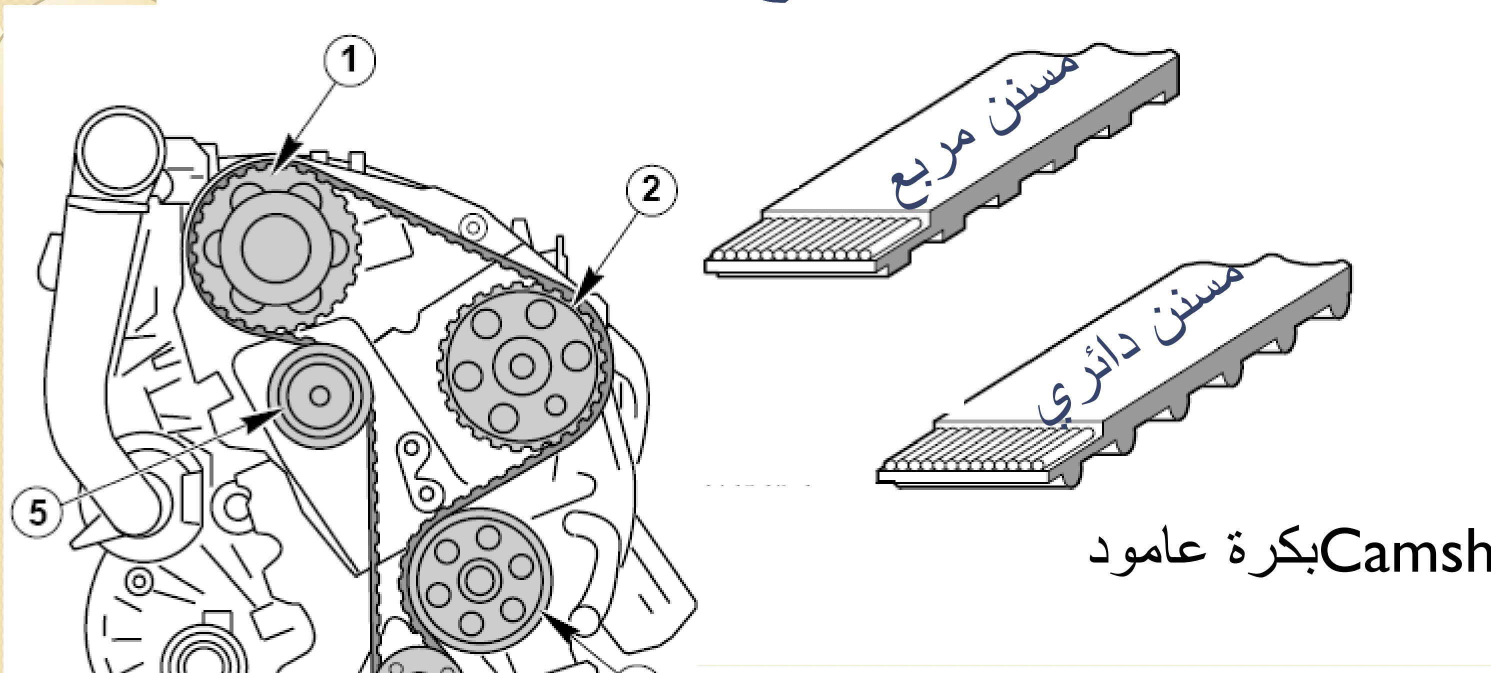
طرق ربط عامود الكامات مع عامود المرفق

1. عامود الكامات
2. جنزير التوقيت Timing chain
3. Crank shaft
4. صمام شد الجنزير
5. دليل الجنزير



جنزير التوقيت

طرق ربط عامود الكامات مع عامود المرفق

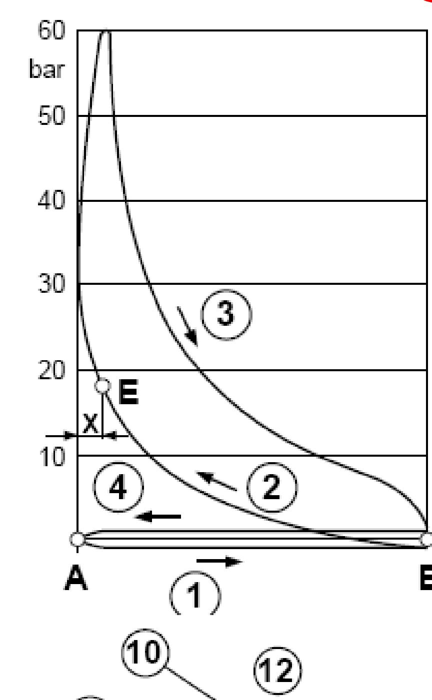


قشاط (سيور) التوقيت

1. Camshaft pulleyبكرة عامود الكامات
2. بكرة مضخة الوقود
3. بكرة وسيطة
4. بكرة عامود المرفق
5. بكرة شد قشاط التوقيت

Trimming belt pulley

Engine timing توقيت المحرك



A: النقطة الميتة العليا TDC

B : النقطة الميتة السفلى BDC

2 :شوط الضغط

4:شوط العادم

E : الشرارة (الحقن)

1 :شوط السحب

3 : شوط القدرة

1: موعد فتح صمام السحب قبل النقطة الميتة العليا

2:شوط السحب

3 :موعد إغلاق صمام السحب

4:شوط الضغط

5:موعد الشرارة أو حقن الديزل

6: شوط القدرة

7: فتح صمام العادم

8: النقطة الميتة السفلى

9: شوط العادم

10:النقطة الميتة العليا

11: إغلاق صمام العادم

12:فترة أرجحة الصمامات Overlapping

مخطط توقيت المحرك

Engine timing توقيت المحرك

- يفتح صمام السحب قبل النقطة الميتة العليا ويغلق بعد النقطة الميتة السفلى بعدة درجات وذلك ليتسنى دخول اكبر كمية خليط من الوقود والهواء إلى داخل.

- تعطى الشرارة أو حقن الديزل قبل النقطة الميتة العليا بعدة درجات أي في نهاية شوط الضغط حتى نحصل ***على أعلى ضغط*** من انفجار الخليط بعد النقطة الميتة العليا بعدة درجات أي أثناء حركة المكبس نزولا باتجاه النقطة الميتة السفلى.

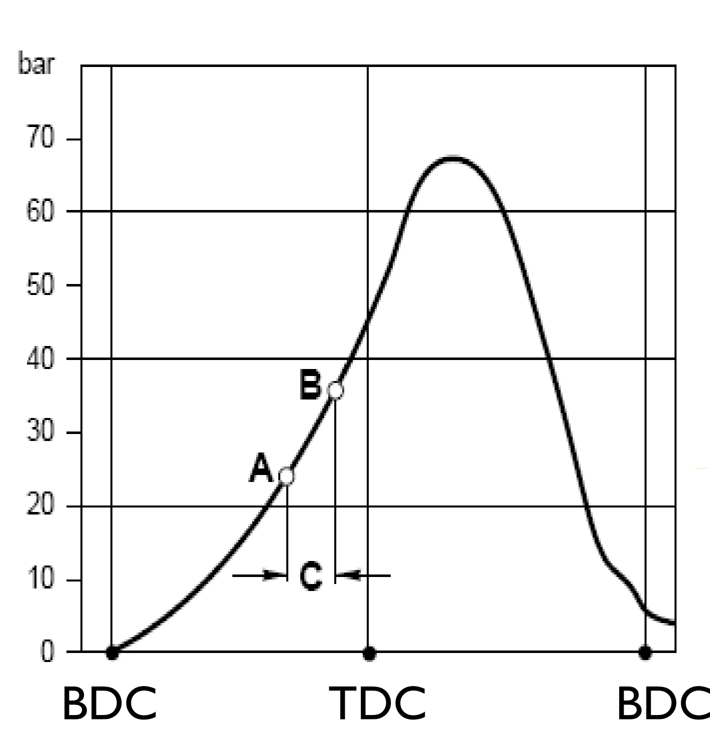
(خليط الوقود والهواء يحتاج إلى فترة زمنية ليتحضر للانفجار)

Engine timing توقيت المحرك


A: نقطة إعطاء الشرارة أو حقن الديزل

B: بداية الاشتعال

C: فترة تحضير الخليط للاشتعال أجزاء من الثانية 1\ 1000تقريبا

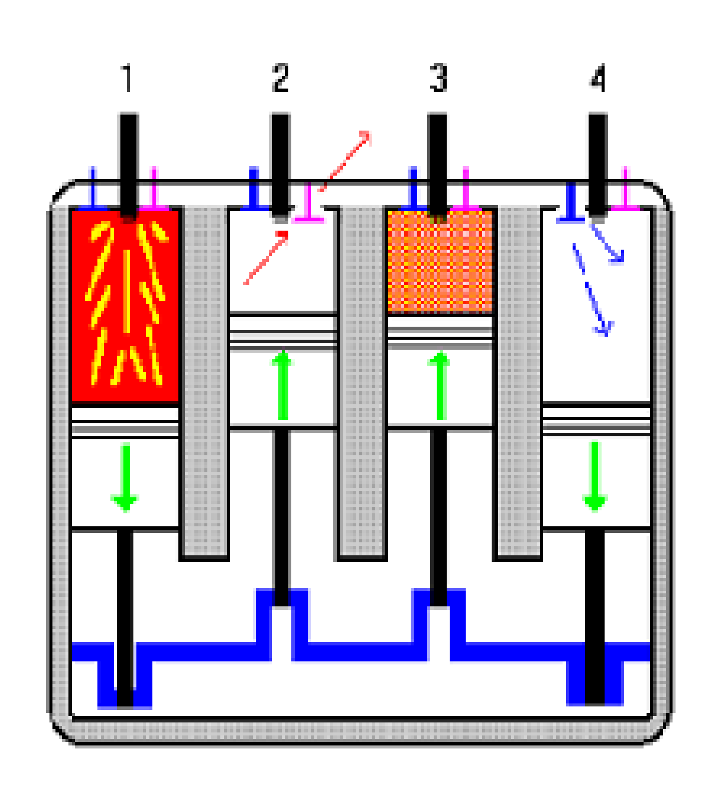


- يعتمد موقع النقطة A موعد إعطاء الشرارة أو حقن الديزل على سرعة المحرك والحمل على المحرك حيث بتغير السرعة يتغير موقع النقطة بتقديمها من عدد الدرجات الحالي تقريبا 15 درجة ليصبح أكثر من ذلك تسمى العملية **تقديم الشرارة . أو تقديم موعد حقن الديزل**

Engine timing توقيت المحرك

- موعد إعطاء الشرارة أو حقن الديزل يعتمد على حركة عامود الكامات بالنسبة لعامود المرفق.
- وترتيب إعطاء الشرارة يعتمد على تقسيمة موزع الشرارة أو تقسيمة مضخة الديزل حيث يأخذ الموزع ومضخة الديزل حركتهما من عامود الكامات.
- شكل عامود المرفق أي معرفة أي المكابس تتحرك مع بعضها.

مبدأ عمل رباعي الأشواط خطي 4 اسطوانات

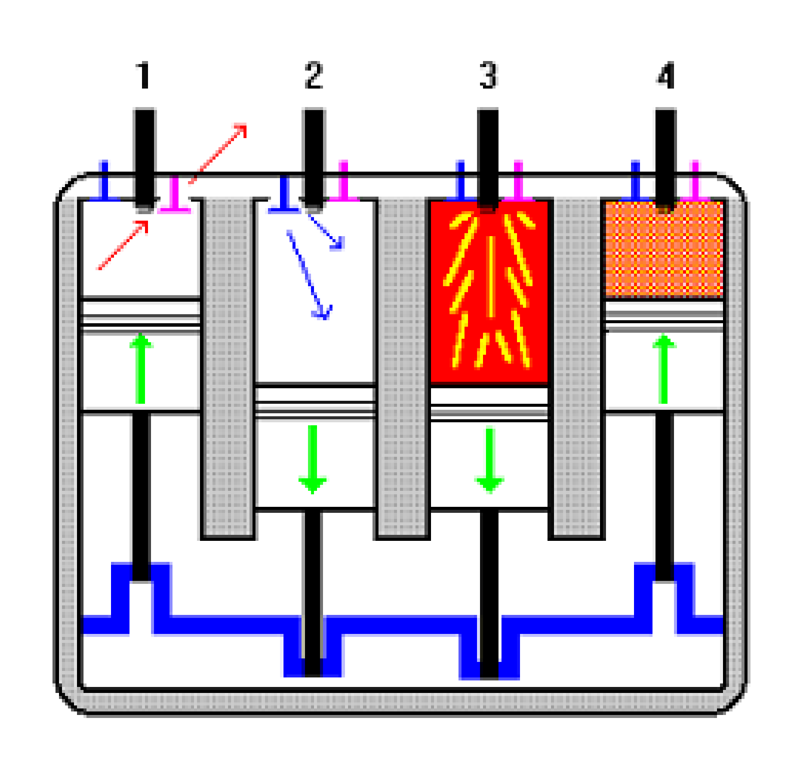


نصف الدورة الأولى لعامود المرفق:

مكبس 1 : شوط العمل
مكبس 2 : شوط العادم
مكبس 3 : شوط الضغط
مكبس 4 : شوط السحب

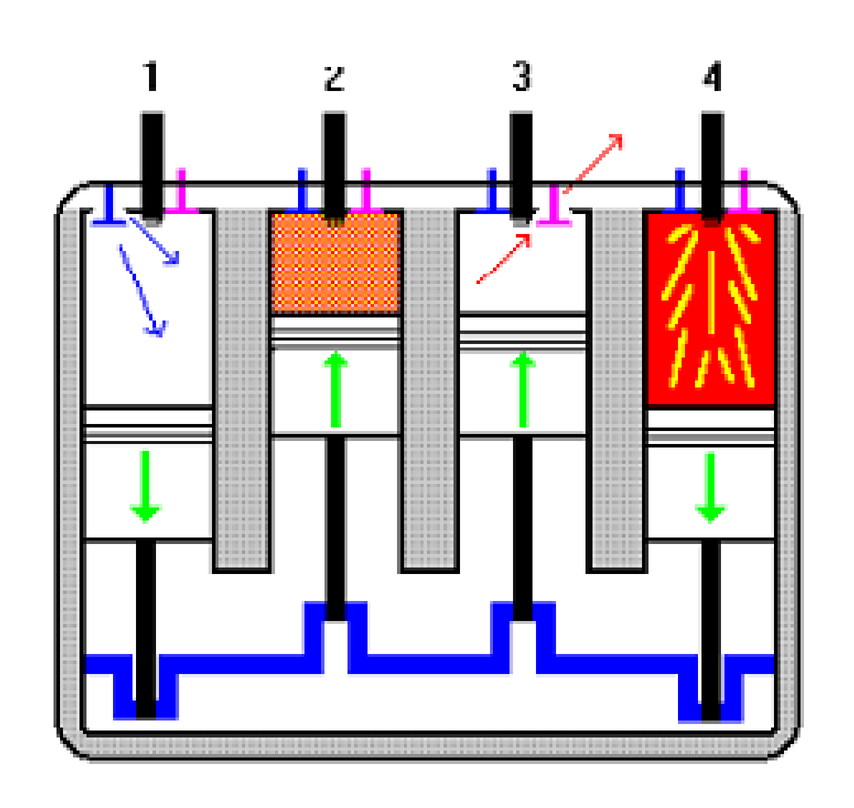
مبدأ عمل رباعي الأشواط خطي 4 اسطوانات

النصف الثاني من الدورة الأولى:



مكبس 1 : شوط العادم
مكبس 2 : شوط السحب
مكبس 3 : شوط العمل
مكبس 4 : شوط الضغط

مبدأ عمل رباعي الأشواط خطي 4 اسطوانات

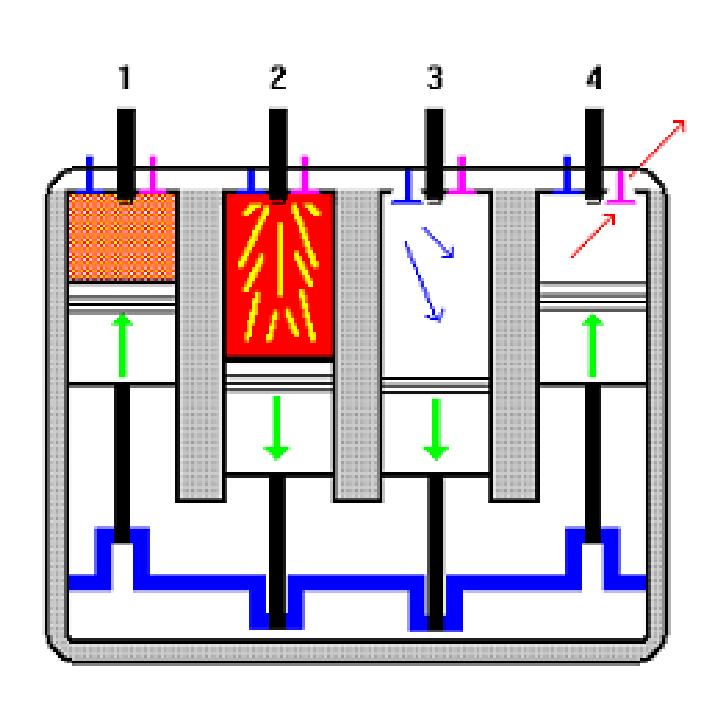


النصف الأول من الدورة الثانية لعامود المرفق:

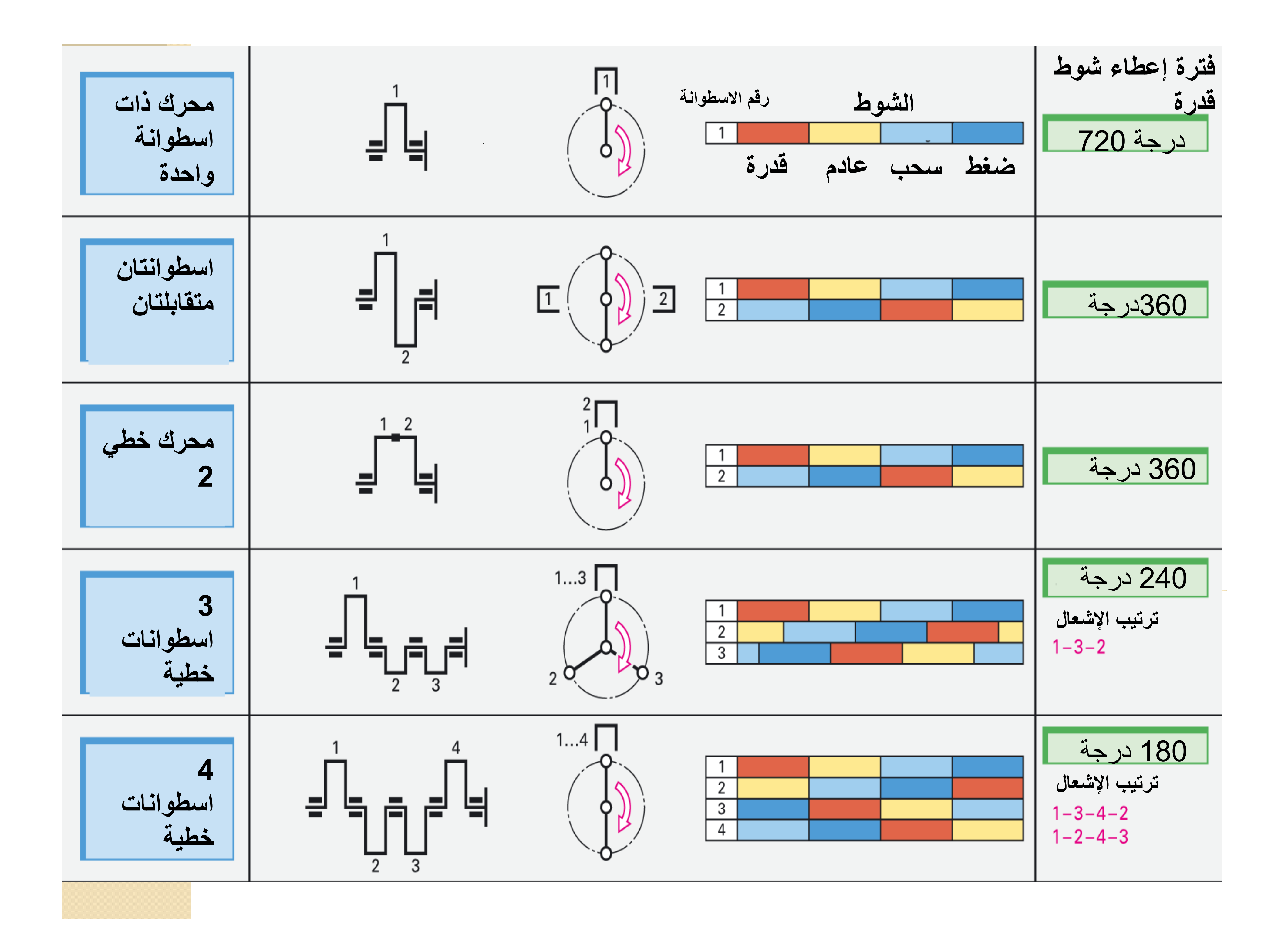
مكبس 1 : شوط السحب
مكبس 2 : شوط الضغط
مكبس 3 : شوط العادم
مكبس 4 : شوط العمل

مبدأ عمل رباعي الأشواط خطي 4 اسطوانات

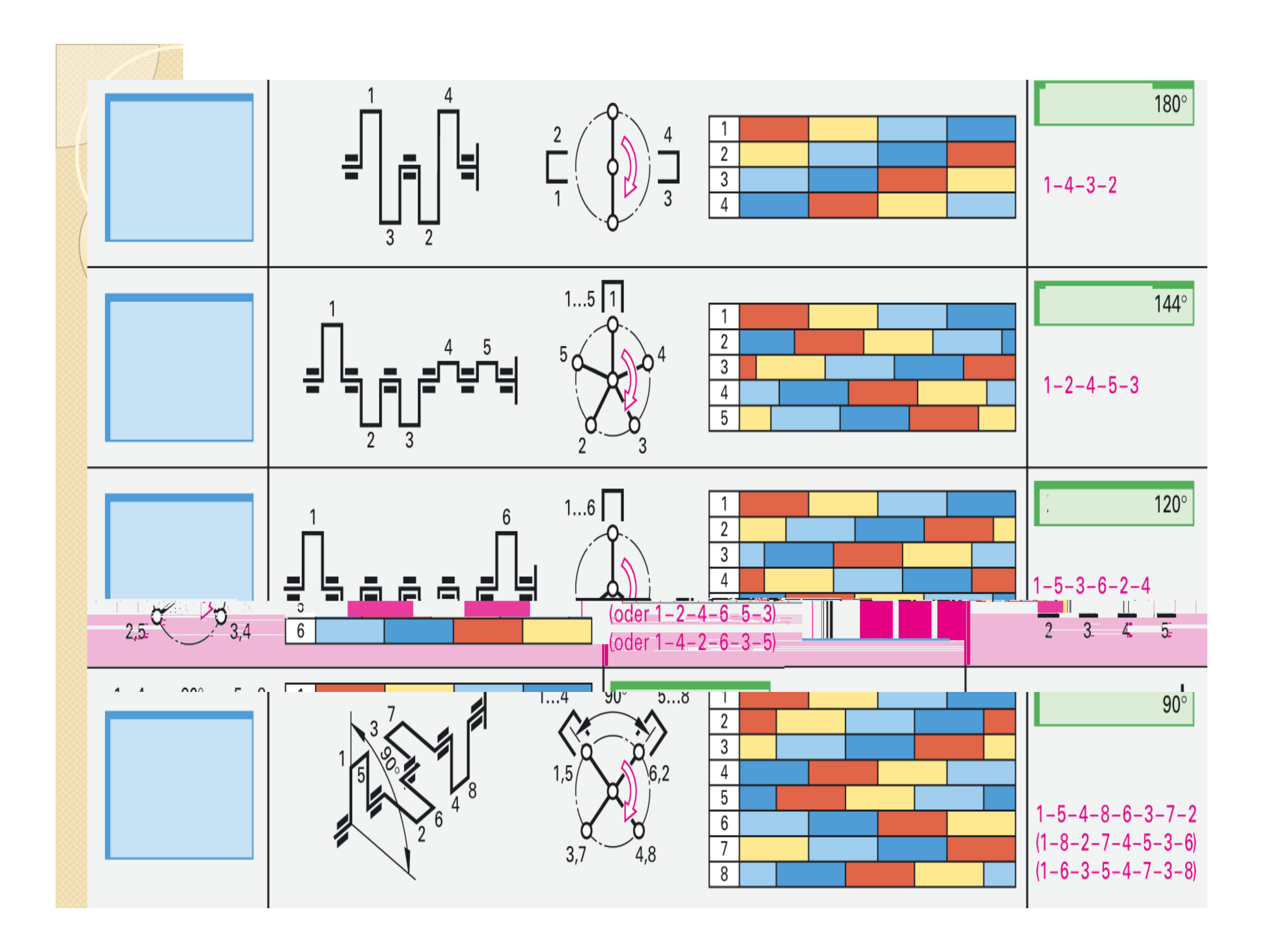
النصف الثاني من الدورة الثانية لعامود المرفق:



مكبس 1 : شوط الضغط
مكبس 2 : شوط العمل
مكبس 3 : شوط السحب
مكبس 4 : شوط العادم



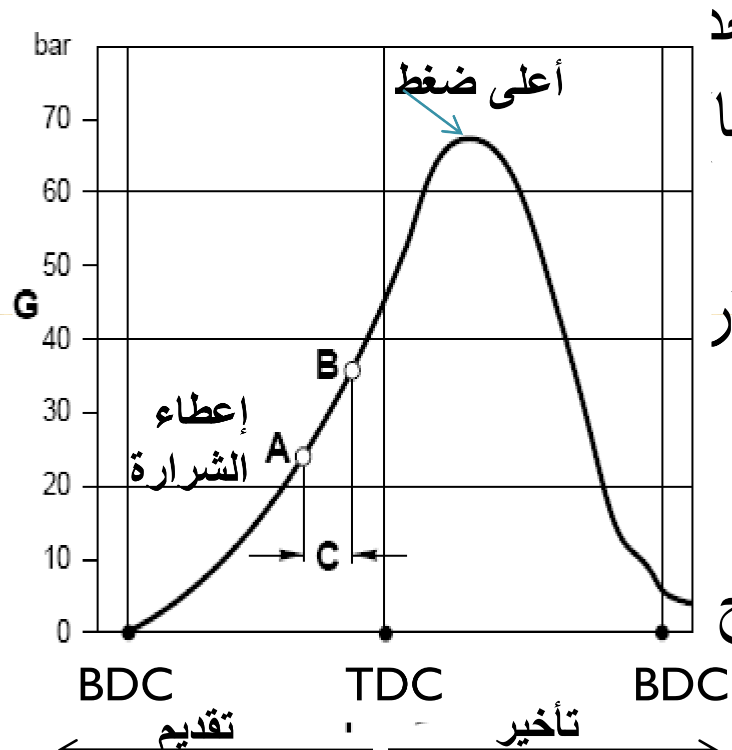
فترة إعطاء شوط قدرة
محرك ذات اسطوانة واحدة
الشوط
رقم الاسطوانة
ضغط
سحب
عادم
قدرة
720 درجة
اسطوانتان متقابلتان
360درجة
محرك خطي 2
360 درجة
3 اسطوانات خطية
240 درجة
ترتيب الإشعال
1-3-2
4 اسطوانات خطية
180 درجة
ترتيب الإشعال
1-3-4-2
1-2-4-3



180°
1-4-3-2
144°
1...5
1-2-4-5-3
120°
1...6
1-5-3-6-2-4
(oder 1-2-4-6-5-3)
(oder 1-4-2-6-3-5)
2,5
3,4
90°
1...4
5...8
1,5
6,2
3,7
4,8
1-5-4-8-6-3-7-2
(1-8-2-7-4-5-3-6)
(1-6-3-5-4-7-3-8)

تقديم وتأخير الشرارة أو حقن الديزل

- كما ورد سابقا فان خليط الوقود يحتاج إلى فترة زمنية حتى يحدث الانفجار وهذه الفترة الزمنية ثابتة تسمى فترة تحضير الخليط للانفجار.
- أعلى ضغط يجب دائما أن يحدث بعد النقطة الميتة العليا بعدة درجات (تقريبا 10 درجات).
- وبما أن فترة تحضير الوقود للانفجار ثابتة فإذا زادت سرعة المحرك نحتاج إلى تقديم الشرارة للمحافظة الحصول على أعلى ضغط في موعده كما وضح سابقا



ظروف تقديم وتأخير موعد إعطاء الشرارة أو حقن الديزل

- زادت سرعة المحرك تقديم
- زاد درجة حرارة المحرك تأخير
- .
- .
- .

تقدم الشرارة وتأخر بواسطة آليات خاصة في أنظمة الإشعال في محركات البنزين (الثقلات أو أجهزة الخلخلة) وفي المحركات الحديثة بواسطة كمبيوتر المركبة أما في محركات الديزل بواسطة جهاز الطرد المركزي في مضخة الديزل

- مطلوب من جميع الطلبة القراءة عن أجهزة الإشعال وأجهزة تقديم وتأخير الشرارة في محركات البنزين والديزل . وإعداد تقرير عن ذلك وشرحه في المحاضرة.

وظيفة

- تقرير معد ببرنامجpower point بعنوان

طريقة تركيب جنزير أو قشاط التوقيت لمحرك بنزين ومحرك ديزل التقرير يجب أن يشمل:

1- خطوات التركيب والاحتياطات اللازمة

2-طريقة تقسيمة نظام الإشعال أو مضخة الديزل

3- التقرير مدعم بصور واضحة

4- يجب أن تكون المعلومات مترابطة وواضحة ومفهومة.

يسلم التقرير ويشرح من قبل طلاب المجموعة بعد اسبوعين من تاريخه.

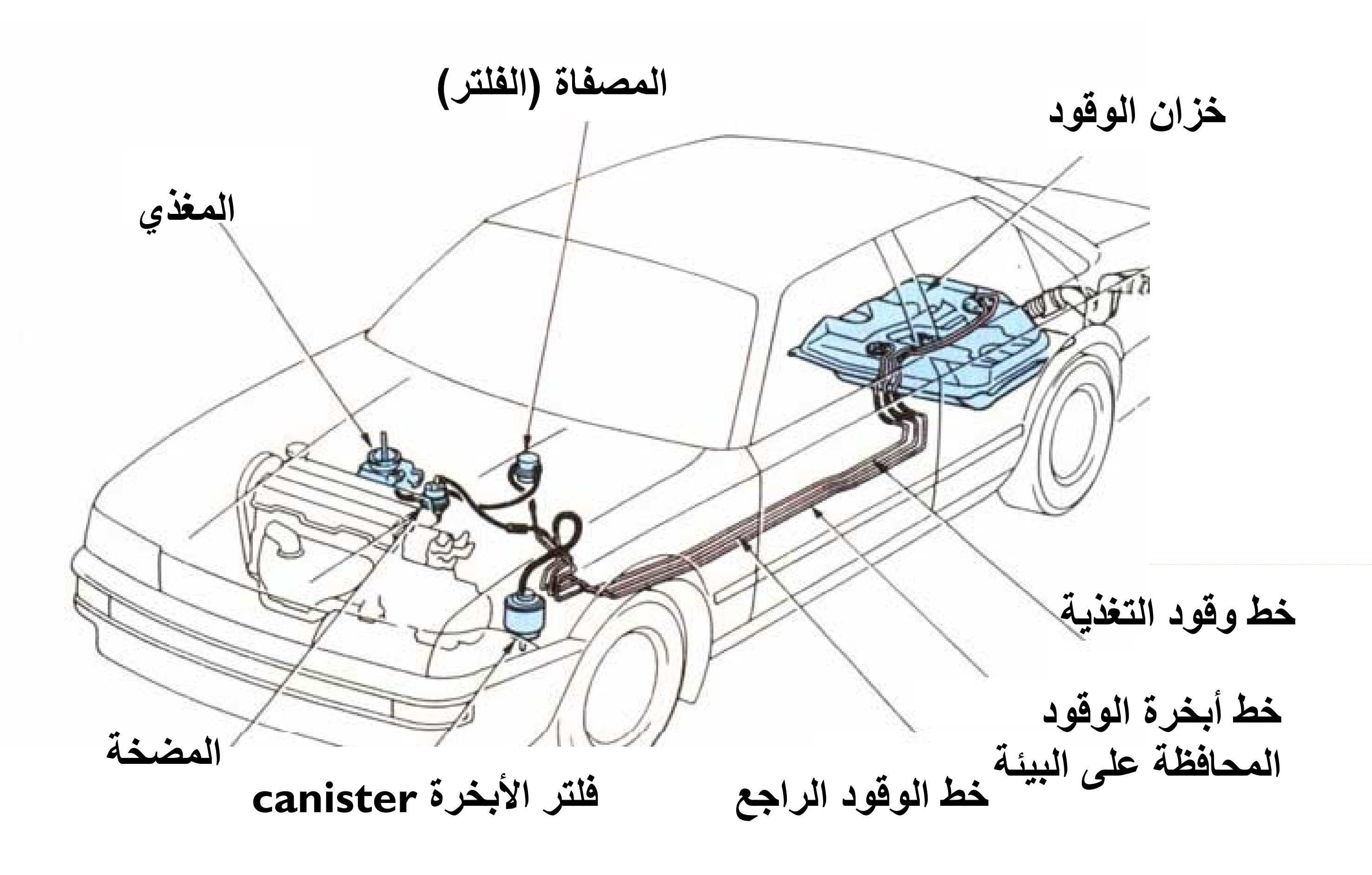
الوحدة الرابعة

الاحتراق ودورة الوقود التقليدية (محركات الشرارة)

نظام الوقود العادي (المغذي)Carburetor

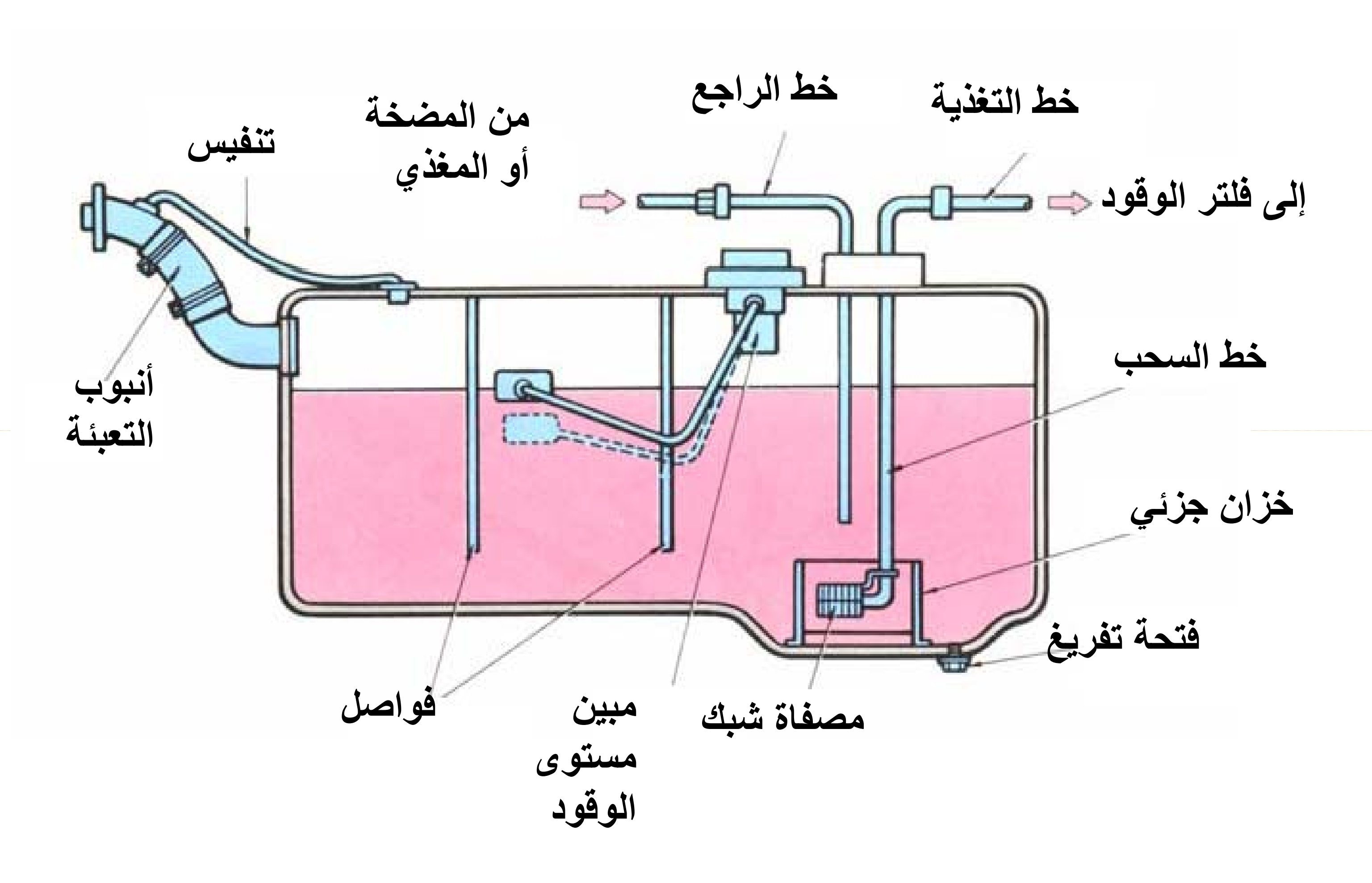
- نتيجة الخلخلة التي تحدث داخل المحرك في شوط السحب يندفع الهواء من الجو إلى داخل المحرك عبر فلتر الهواء مارا بنظام التغذية بالوقود الكاربوريتر(المغذي) فيحمل معه كمية الوقود المناسبة ليدخل عبر مجاري السحب (منافوات الهواء) إلى داخل الاسطوانة عبر صمام السحب.

مكونات نظام الوقود التقليدي



مكونات نظام الوقود التقليدي

1-خزان الوقود



مكونات نظام الوقود التقليدي

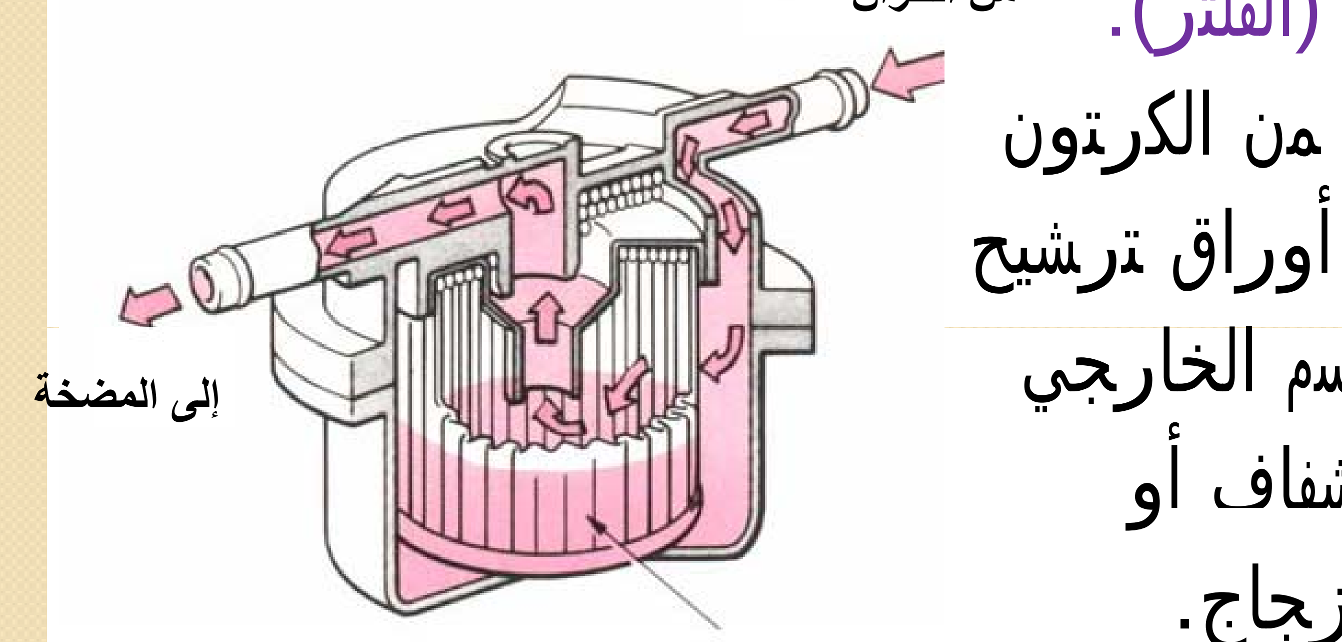
- خزان الوقود.

- يوضع خزان الوقود في السيارة في مكان بعيد عن الحرارة الصادرة من المحرك أو العادم.
- يصنع الخزان من الصلب ليتحمل الضغط المتولد داخله من أبخرة وحركة الوقود، ويزود الخزان بمبين لمستوى الوقود ليعلم السائق بمستوى الوقود.
- يحوي الخزان على فواصل لكتم الاهتزازات.
- يحوي الخزان لفتحة تهوية مع صمام أمان لمعادلة الضغط داخل الخزان .
- يجب أن يكون خزان الوقود مغلق تماما لمنع تطاير الوقود، حيث يوجد بعض الخزانات محكمة الإغلاق .

مكونات نظام الوقود التقليدي

2 خطوط نقل لجازولين: عادة تكون من المطاط ما عدا نهايات التوصيل.

3- المصفاة (الفلتر):



يتكون داخله من الكرتون أو السلك أو أوراق ترشيح خاصة والجسم الخارجي البلاستيك الشفاف أو المعدن أو الزجاج.

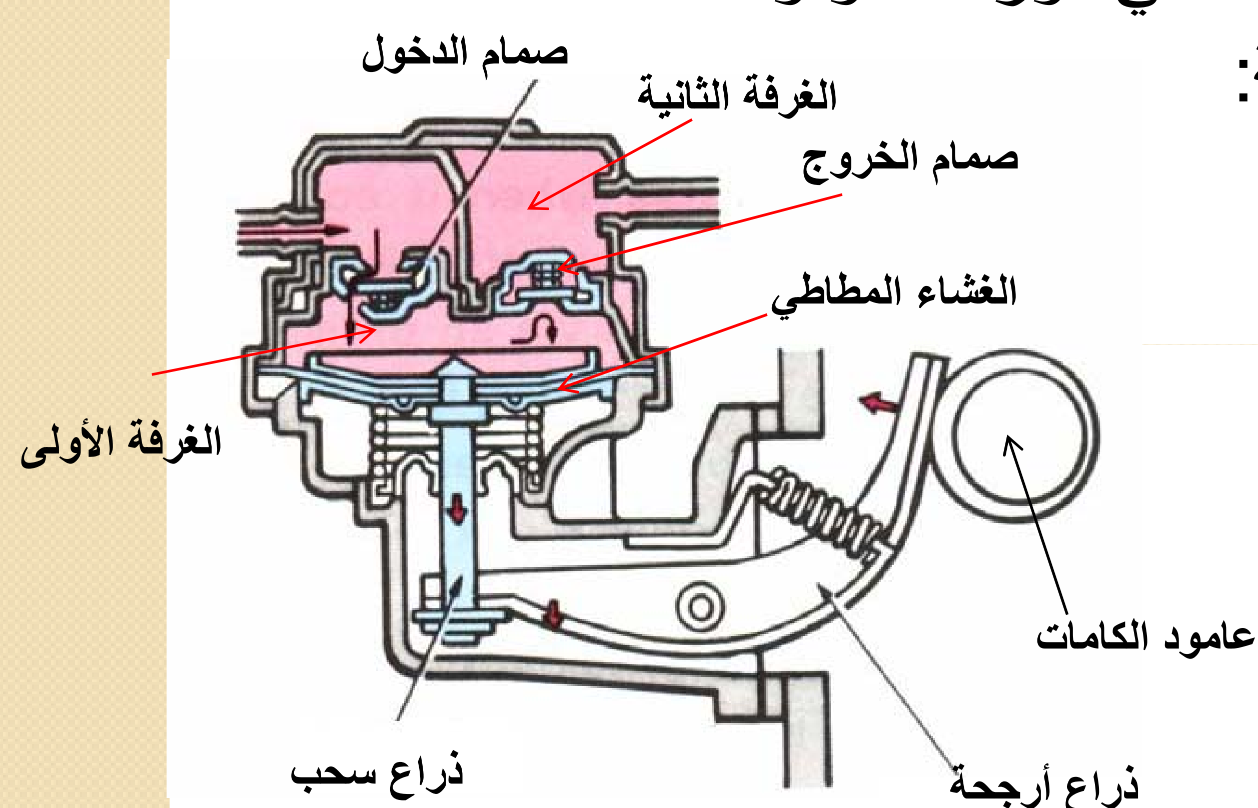
وظيفته ترشيح الوقود من الأتربة والأوساخ

مكونات نظام الوقود التقليدي

4-مضخة الوقود: وظيفة المضخة هي سحب الوقود من الخزان ودفعه تحت ضغط أعلى إلى المغذي وأنواع المضخات المستخدمة في دورات الوقود:

- المضخة الميكانيكية:

تأخذ حركتها من عامود الكامات فعندما تضغط الكامة على عامود الأرجحة يسحب معه ذراع السحب



مكونات نظام الوقود التقليدي

- المضخة الميكانيكية

فيسحب الغشاء المطاطي فيكبر حجم الغرفة الأولى فينخفض الضغط (خلخلة) داخل هذه الغرفة فيفتح صمام الدخول فيندفع الوقود إلى داخل الغرفة الأولى.

عندما يبتعد عامود الكامات عن ذراع الأرجحة يعود ذراع الأرجحة إلى وضعه الأصلي بفعل الزنبرك فيدفع ذراع السحب إلى الأعلى دافعا الغشاء المطاطي فيرتفع الضغط داخل الغرفة الأولى فيغلق صمام الدخول ويفتح صمام الخروج فيتدفق الوقود إلى الغرفة الثانية ثم إلى المغذي.

مكونات نظام الوقود التقليدي

- المضخة الكهربائية

سيتم شرحها بالتفصيل في أنظمة حقن الوقود البنزين

مكونات نظام الوقود التقليدي

5- المغذي Carburetor : عبارة عن جهاز يقوم بخلط الهوا مع الوقود بالنسب الصحيحة حسب ***ظروف تشغيل المحرك :***

1- عند بدء الإدارة يكون الخليط غنياً جداً وتصل النسبة فيه إلى 9 :1 وزناً .

9 هواء : 1 وقود

2- عند السرعة العاطلة - أي عند دوران المحرك وصندوق السرعات في وضع الحياد أو عند الإدارة بدون حمل - يكون الخليط غنيا نوعا ما وتصل النسبة فيه ***12 : 1*** .

3- عند السرعات ذات الحمل الجزئي وصمام الخنق مفتوح جزئياً أي من السرعة الأولى للصندوق حتى السرعة المباشرة يكون الخليط غنياً أيضاً بنسب متفاوتة حسب نسبة السرعة .

مكونات نظام الوقود التقليدي

ظروف تشغيل المحرك :

4- عند السرعات المتوسطة من 50كم/س تقريبا إلى 80 كم /س وحيث يكون صمام الخنق مفتوحاً جزئياً أيضاً يكون الخليط صحيحاً ومثالي وتصل النسبة فيه إلى ***1: 15*** وهكذا يكون الخليط في هذه السرعات اقتصادياً .

5- عند السرعات العالية أي أعلى من من 80 كم /س حيث يكون صمام الخنق مفتوحاً تماماً أي فتحة كاملة يزداد الخليط غنى نظراً لزيادة نسبة البنزين المستهلكة أو الداخلة في الخليط حيث تصل النسبة فيه إلى ***1: 13*** وهكذا يكون الخليط في هذه السرعات غير اقتصادياً .

6- عند التعجيل أو الإسراع حيث يفتح صمام الخنق فجأة وتدفع مضخة التعجيل كمية إضافية من البنزين يزداد الخليط غنى وقتيا لتصل النسبة إلى ***1 : 10*** تقريبا .

مكونات نظام الوقود التقليدي

وظيفة المغذي:

1- تحضير النسب خلط الهواء بالوقود الصحيحة حسب ظروف تشغيل المحرك.

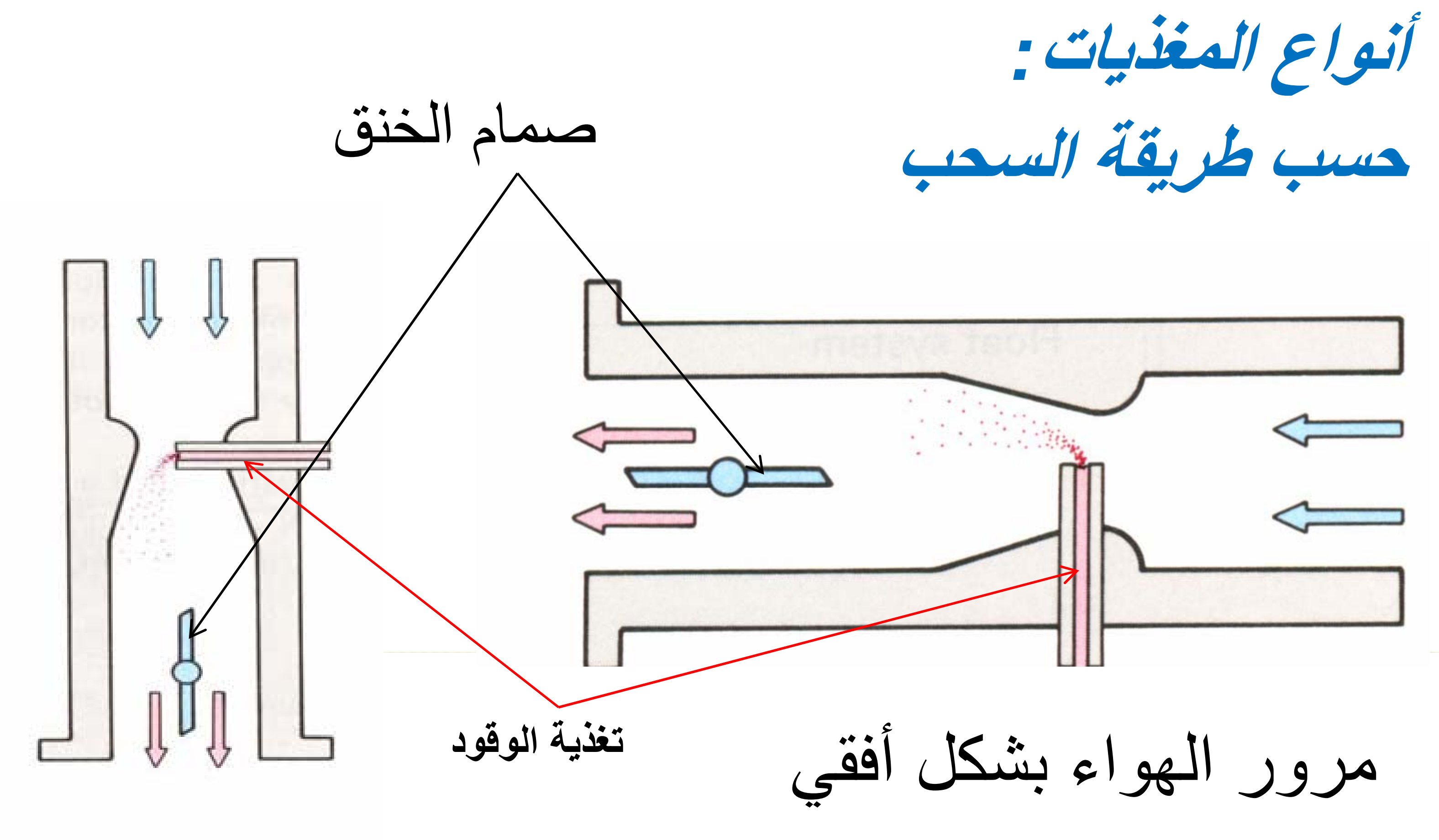
2- تحويل الوقود السائل إلى سائل مذرر تمهيدا لتحويله إلى الحالة الغازية في أنابيب السحب وداخل الاسطوانة

حيث الوقت المتاح لانفجار الوقود داخل الاسطوانة هو وقت قليل لذلك يجب تحويل الوقود السائل إلى بخار للتسريع من انفجاره وذلك باستغلال *حرارة المحرك في أنابيب السحب والحرارة الناتجة داخل الاسطوانة في شوط الضغط الناتجة عن ارتفاع الضغط.*

مكونات نظام الوقود التقليدي

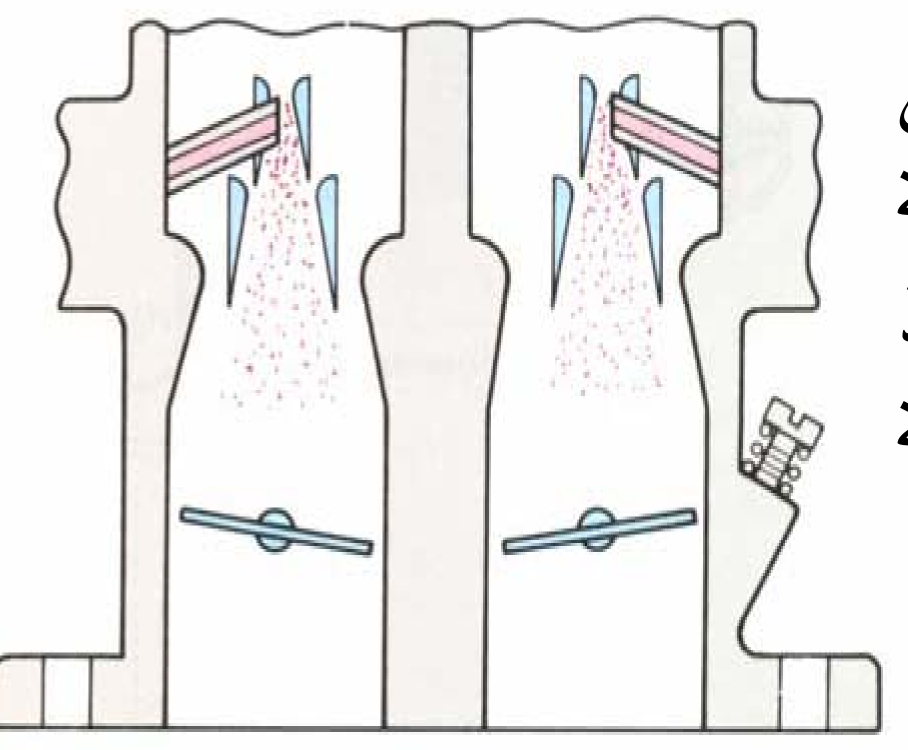
أنواع المغذيات :

حسب طريقة السحب



أنواع المغذيات :

حسب عدد المنافذ :

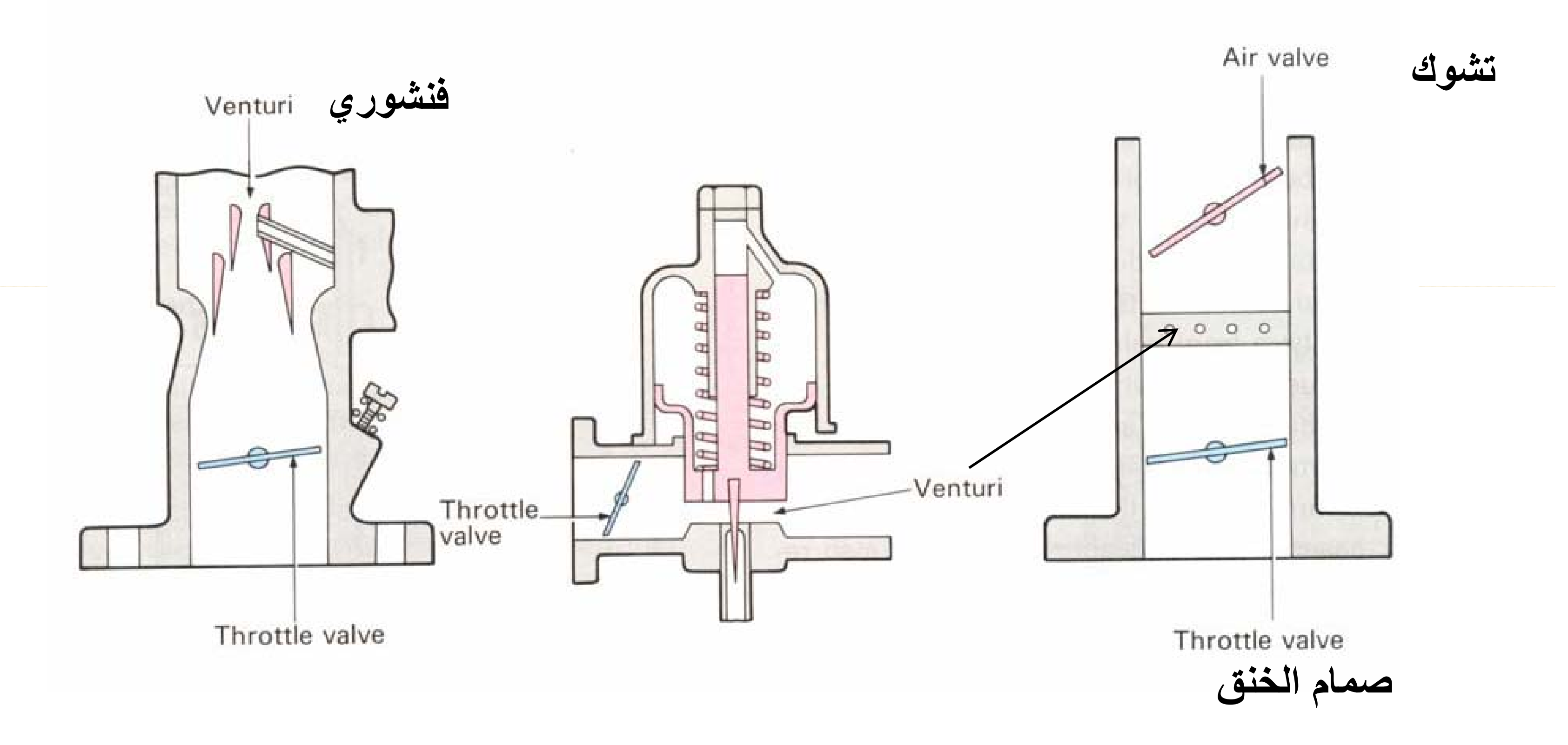


يعمل المنفذ الأول في السرعات العادية والمتوسط ويعمل المنفذ الثاني عند زيادة السرعة أو التعجيل

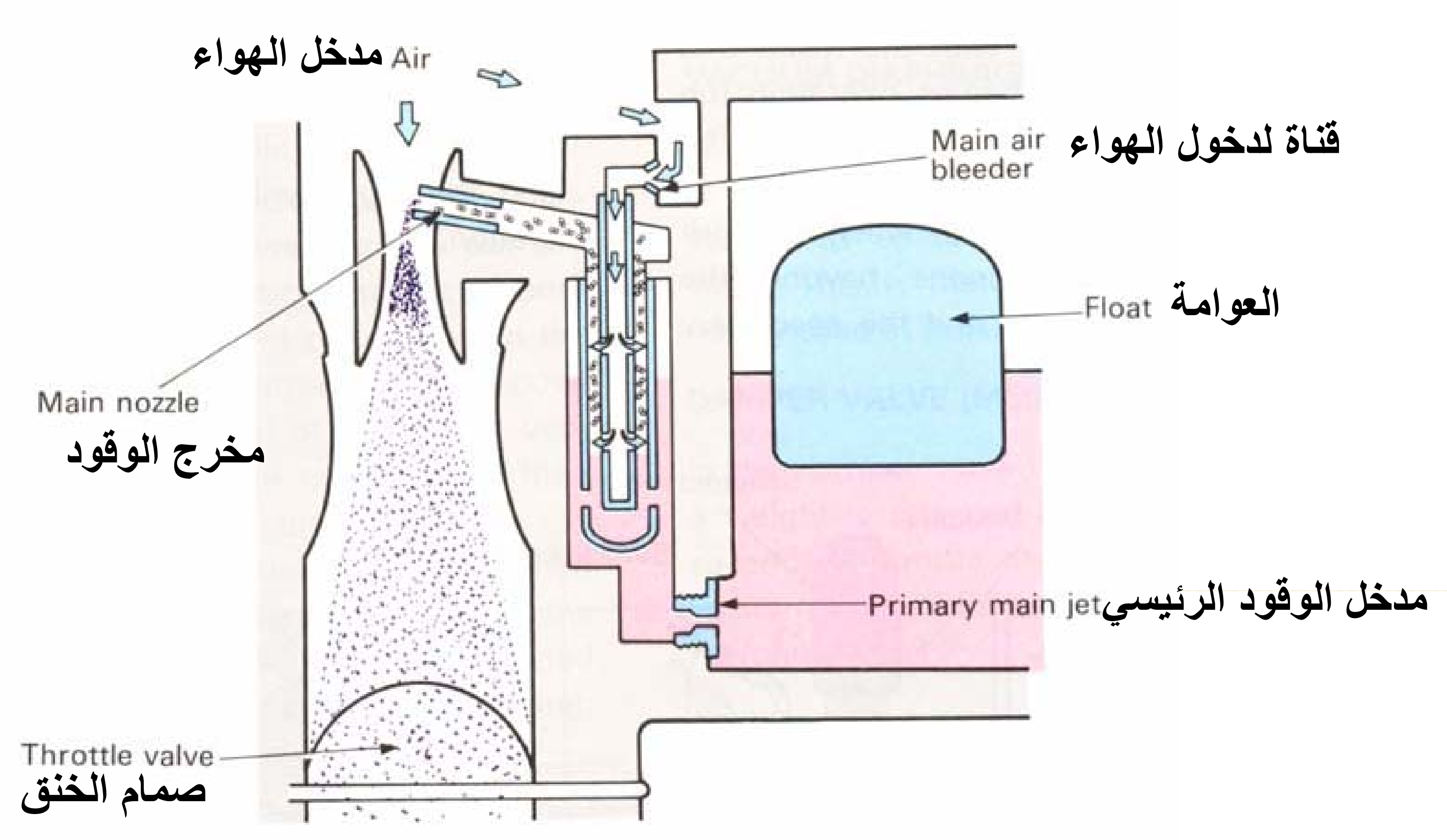
أنواع المغذيات:

حسب نوع فنشوري:

فنشوري هو أي تضيق في مساحة مقطع الأنبوب أو المنفذ



مبدأ عمل المغذي



يتكون المغذي من عدة أنظمة وهي:

مبدأ عمل المغذي

نظام العوامة:

وظيفة هذا النظام إن يحافظ على كمية ثابتة من الوقود داخل المغذي حيث إذا زادت كمية الوقود عن سعة خزان المغذي تقوم العوامة التي ترتفع حسب مستوى الوقود عن طريق صمام الإبرة بإغلاق مدخل الوقود



مبدأ عمل المغذي

نظام اللاحمل

- في هذا النظام يعمل المحرك بدون أي حمل عل سرعة السرنسية(تقريبا 800 دورة) لاحظ أن صمام الخنق مغلق.

- يكون الخليط غني بنسبة تقريبا 1:9

- يتدفق الوقود إلى داخل المحرك من نقطة أسفل صمام الخنق تكون فيها الخلخلة أعلى ما يمكن

Primary air bleeder No. 2
Solenoid valve
Primary air bleeder No. 1
Air
Slow jet
Float
Economizer jet
Float chamber
Slow port
Primary main jet
Primary throttle valve

Idle mixture adjusting screw **برغي عيار سرعة السرنسية**

Idle port **فتحة تدفق الوقود في سرعة السرنسية**

مبدأ عمل المغذي

- **نظام التغذية العادية (الحمل الجزئي) : Part Load**

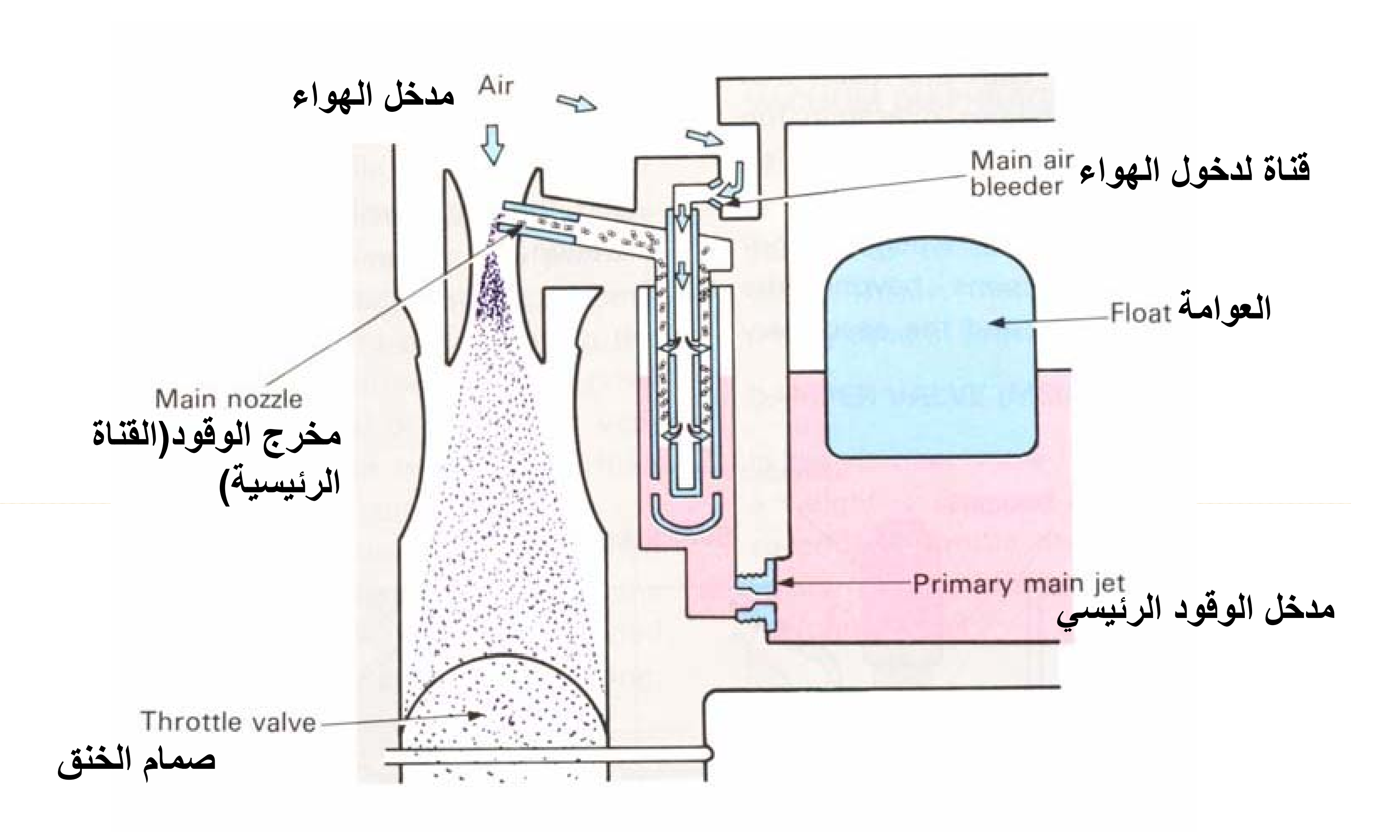
عند بدء الضغط على دواسة الوقود يبدأ فتح صمام الخنق قليلاً ويستمر خروج البنزين والهواء من الممر ويكون المخلوط الناتج فقيراً وغير مناسب لهذه السرعة ولذلك يجهز المغذى بممر آخر يتصل بأنبوبة السرعة البطيئة (السرنسيه)التي يكشف عنها صمام الخنق عند بدء فتحه وتكون معرضة لسحب المحرك وعندئذ يسحب الهواء كمية إضافية من البنزين من الممر بالإضافة إلى كمية البنزين الخارجة من فتحة سرعة السرنسيه ، ويكون المخلوط الناتج من الفتحتين مناسباً للسرعة العادية .

مبدأ عمل المغذي

- **التغذية للسرعة العادية (الحمل الكامل) Full Load :**

باستمرار الضغط على دواسة السرعة يفتح صمام الخنق فتحة أكبر وتزداد سرعة المحرك ويمر الهواء بسرعة اكبر عند الاختناق فيقل ضغطه ويخرج البنزين من القناة الرئيسية.

مبدأ عمل المغذي



مبدأ عمل المغذي

- **التغذية عند التعجيل :**

تعد جميع المغذيات بمضخة تعجيل الغرض منها تزويد المحرك بكمية إضافية من البنزين وذلك بحقنه في أنبوبة الاختناق . عندما يراد تعجيل سرعة السيارة في زمن قصير لكي تتخطى سيارة أخرى . وعند فتح صمام الاختناق مرة واحدة يندفع الهواء في أنبوبة الاختناق ولا يتمكن من اخذ المقدار الكافي معه من البنزين للتعجيل الفجائي وعلى هذا يكون المخلوط فقيراً قد يسبب توقف المحرك .

نسب خلط الهواء والوقود

- نسبة خلط الهواء بالوقود أو نسبة خلط الوقود بالهواء هي: Air fuel ratio

نسبة الهواء\ نسبة الوقود أو نسبة الوقود\نسبة الهواء

Air/fuel = A/F OR F/A

- حتى نحقق أعلى أداء للمحرك يجب أن تكون نسب الخلط هذه مناسبة لمختلف ظروف عمل المحرك وان يكون الهواء مخلوطا جيدا بالوقود

أنواع نسب الخلط

- الخليط المثالي للهواء والوقود Idle mixture:

وتكون نسبة الخلط A/F في هذا النوع هي *1:14.7* أي 14.7 كيلوجرام من الهواء تخلط مع 1 كيلوجرام من الوقود كنسبة وزنيه.

- الخليط الضعيف (الفقير) Poor mixture :

في هذا النوع تكون نسبة الهواء كبيرة بالنسبة للوقود مثل 1:18 ينتج عن مثل هذا الخليط حرق كامل للوقود لكن يكون أداء المحرك ضعيف

أنواع نسب الخلط

- الخليط الغني Rich mixture :

يحتوي مثل هذا النوع على كمية وقود عالية مقارنة مع الخليط المثالي مثل 1:8 (8 كيلوجرام هواء إلى 1 كيلوجرام وقود)

- يزداد استهلاك الوقود
- تكون لون غازات العادم اسود لوجود أجزاء من الوقود غير محترقة
- يحرق شمعات الاشتعال
- يزيد من قدرة المحرك

الجازولين وخواصه

- يتكون من خليط من السوائل البترولية المكونة أساسا من سلاسل الهيدروجين والكربون (الهيدروكربونية)المترابطة على شكل سلاسل خطية أو حلقية أو أفرع مثل

Ethane

Isobutene

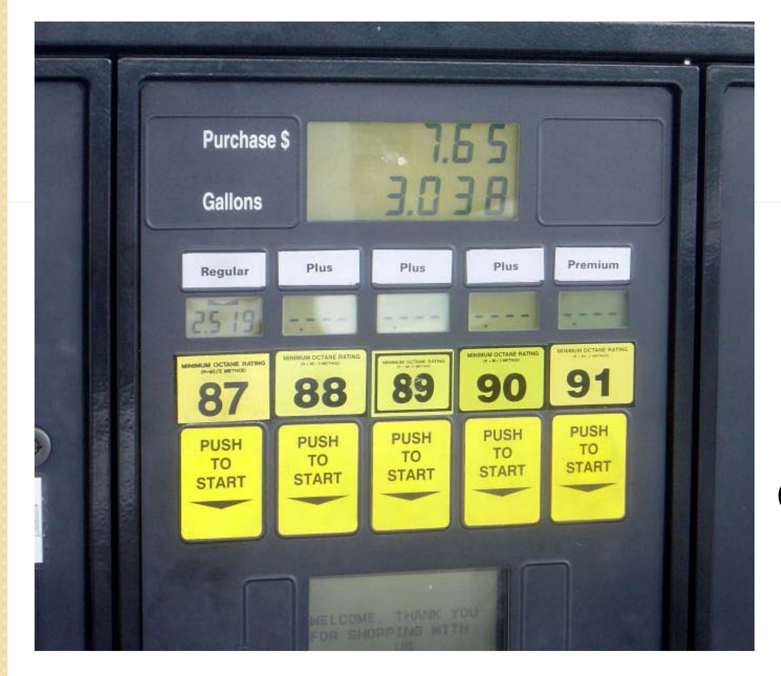
H−C≡C−H

Acetylene

ويحسن بإضافة سلاسل الهيدروكربونية الحلقية من البنزين (الايزوكتان) وهو احد نظائر الاوكتان والاسم العلمي هو Trimethylpentane

خواص الجازولين

1- رقم الاوكتان Octane number : هو رقم يعبر عن مقاومة الجازولين (أو أنواع وقود أخرى تستخدم في محركات الإشعال بالشرارة) للاشتعال الذاتي أو ***الصفع Detonation.***



وهو عبارة عن النسبة الحجمية بين الايزوكتان الذي يعطى النسبة 100 والهيبتان الذي يعطى النسبة صفر

مثال: جازولين 95 يعني ان نسبة الايزوكتان 95% بينما الهيبتان 5%

خواص الجازولين

- يوجد نظامين لتحديد رقم الاوكتان

1- رقم الاوكتان البحثي Research Octane Number(RON)

حيث يحدد خصائص الوقود عند السرعات المنخفضة للمحرك

2- رقم اوكتان المحرك Motor Octane Number (MON)

يحدد خواص الوقود عند السرعات العالية للمحرك

- كلما ارتفع رقم الاوكتان كلما زادت مقاومة الجازولين للصفع

خواص الجازولين

2- التطايرية:

المقصود بالتطاير هو معدل تبخر البنزين أي تحوله من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية والمعروف أن السائل يتبخر عند درجة غليانه إلا أن البنزين لا يتبخر جميعه كلية ً عند درجة واحدة إذ تختلف درجة تطايره من نوع لآخر لاختلاف نسب المواد الهيدروكربونية المختلفة الداخلة في تركيبه.

خواص الجازولين

3- الخلو من الكيماويات :

يجب أن يكون البنزين خالياً نسبياً من الكيماويات أهمها مركبات الكبريت التي لها أثار ضارة على المحركات من أهمها :

* تكون أحماضاً أثناء عملية الاحتراق تعمل على تآكل وتلف أجزاء المحرك.
* تؤدي إلى تواجد غازات سامة ضمن نواتج الاحتراق تسبب تسمم عمال الصيانة والإصلاح .
* تعطى رائحة كريهة للبنزين .

وتستخدم الإضافات المكونة من مركبات الرصاص لتقليل تأثير مركبات الكبريت وتحسين خواص البنزين.

معدل انتشار اللهب

- تسمى السرعة التي ينتشر بها اللهب خلال الشحنة بمعدل انتشار اللهب ويكون انتشار اللهب بطيئا عندما تكون الشحنة داخل الاسطوانة ساكنه حيث تنتقل الحرارة من طبقة إلى أخرى مجاورة عن طريق التوصيل الحراري أما إذا كانت الشحنة مستثارة انتقلت الحرارة بواسطة الحمل وزادت سرعة انتشار اللهب والتي تبلغ نهايتها العظمى قرب منتصف الاسطوانة .

- **العوامل التي تؤثر في سرعة اللهب :**

أ- تزداد سرعة انتشار اللهب كلما :

1 - زادت سرعة المحرك الدورانية بسبب الإثارة .

معدل انتشار اللهب

2- كان الهواء رطباً نوعاً ما بحيث لا تزيد نسبة الرطوبة عن 1 % وإلا قلت سرعة الانتشار حيث يعمل بخار الماء كعامل مساعد على الانتشار .

3- زاد ضغط الشحنة أي زادت نسبة الانضغاط نتيجة لازدياد كثافة الهواء داخل الاسطوانة أي الجودة الحجمية .

4 - كان موضع الشرارة مناسباً وقد وجد أن انسب وضع لشمعة الاشتعال هو منصف غطاء الاسطوانات .

ب - تقل سرعة انتشار اللهب كلما :

1 - كان توقيت الشرارة مبكرا أو متأخرا .

2- كان الهواء جافا .

الاحتراق العادي (بلا دق)Knock

- هو الاحتراق الذي فيه إذا بدأت الشرارة الكهربائية في إشعال الخليط (الشحنة) انتشر اللهب انتشاراً بطيئاً في جميع الاتجاهات متوافقاً مع الموجات التضاغطية المتولدة من انتقال الحرارة الناتجة عن احتراق طبقات الشحنة المجاورة لثغرة الشمعة والضغوط الناتجة عن تمدد غازات احتراقها إلى الطبقات التالية فالتالية والتي تنتشر خلال الشحنة في إتجاة اللهب وحتى إذا ما وصلت إلى نهاية غرفة الاحتراق تكون قد أتت على الشحنة كلها وتم احتراقها بأكملها بسهولة من البداية إلى النهاية مسببة ضغوطا متتالية منتظمة ودفعا قويا مستوياً ومستمراً على المكابس .

الاحتراق اللحظي (المصحوب بالدق) :(Detonation

- إذا كان المحرك ذو نسبة انضغاط عالية وكان البنزين المستعمل فيه ذو درجة أوكتين منخفض أو ذو تطايرية عالية غير مناسبة للمحرك أو أن هناك ظروف أخرى تؤدى إلى انتشار اللهب بسرعة عالية كما تنتشر الموجات التضاغطية الناشئة بسرعة أعلى من سرعة انتشار اللهب قد تصل إلى سرعة الصوت 1000م/ث فإذا ما وصلت هذه الموجات إلى جزء الشحنة المتبقية في نهاية الغرفة و التي لم تحترق بعد- قبل وصول مقدمة اللهب إليها مما يؤدى إلى ارتفاع الضغط ارتفاعاً كبيراً مصحوباً بارتفاع درجة الحرارة تصل إلى درجة الاشتعال الذاتي للبنزين .

الاحتراق اللحظي (المصحوب بالدق) :(Detonation

وعليه يشتعل هذا الجزء المتبقي ذاتيا فينتج عنه موجات تضاغطية عنيفة تذرع الاسطوانة في الإتجاة المضاد وهكذا تصبح المكابس وجدران الاسطوانات معرضة لموجات تضاغطية عنيفة مترددة قد تصل سرعتها إلى 2000 م / ث تسبب طرقاً معدنياً عليها و يظهر هذا الصوت بوضوح عند التعجيل أو عند الأحمال الكبيرة كصعود طريق شديد الانحدار على تعشيق السرعة العالية لصندوق التروس وعندما يكون الصمام الحاكم في المغذى مفتوحاً تماماً ، وعليه يأخذ المحرك شحنة كاملة في أشواط السحب وبالتالي يكون الضغط في نهاية شوط الانضغاط أقصى ما يمكن مما يؤدى إلى حدوث الطرق بعد اشتعال جزء من الشحنة بواسطة الشرارة الكهربية ويعتبر حدوث الدق هذا من أقوى الأسباب التي تحد من زيادة نسبة الانضغاط في محركات البنزين .

تعريف الدق (Knock)

- هو صوت الارتطام الواقع على المكبس وجدران الاسطوانات والناتج من الاحتراق اللحظي المفاجئ Detonationللجزء الأخير من الشحنة مصحوباً بموجات تضاغطية مضادة ذات ضغط قوى وسرعة عالية جداً لا تستطيع المكابس مجاراتها أثناء شوط القدرة أو الشوط الفعال .

Detonation

أسباب حدوث الدق :-

1- زيادة درجة حرارة المحرك أكثر مما يجب لعدم كفاءة دورة التبريد مثلا .
2- زيادة نسبة الانضغاط (ارتفاع درجة حرارة الانضغاط) لزيادة الرواسب الكربونية في غرفة الاحتراق .
3- رداءة نوع الوقود المستخدم (أوكتين منخفض – ذو تطايرية غير موائمة للمحرك) .
4- ضعف نسبة الخليط .
5-عدم ضبط توقيت الإشعال
6-عدم مناسبة نوع وموضع الإشعال للمحرك .
7- زيادة سرعة المحرك الدورانية حيث ينقص رقم الايزواوكتين بالتالي .
8- زيادة جفاف الهواء .
9- زيادة الرطوبة زيادة ملحوظة .

أضرار الدق :

1- سرعة تآكل سبائك كراسي المرفق.
2- احتمال تحطم بعض أجزاء المحرك.
3- عدم انتظام دوران المحرك .
4- نقص الجودة الحرارية للمحرك .
5- ضعف قدرة المحرك حيث أن الضغط الزائد المفاجئ لا يسمح باستغلال كل الطاقة الموجودة في البنزين .

الاحتياطات الواجب اتخاذها لتجنب الدق :

1- اختيار نوع الوقود المناسب لنسبة الانضغاط للمحرك .
2- وضع الشمعة في المكان الصحيح (قريب من المناطق الأكثر سخونة في غطاء الاسطوانات) .
3- تنظيف غرف الاحتراق من الرواسب الكربونية كلما أمكن ذلك .
4- اختيار شمعة الإشعال المناسبة .
5- ضبط مدى التقديم في شرارة الإشعال التي يسمح بها الوقود في الظروف المختلفة عند كل سرعة بدون حدوث الدق .

ظاهرة سبق الاشتعال :Pre-ignition

- هو نوع آخر من الصفع يحدث نتيجة اشتعال خليط البنزين والهواء اشتعالاً ذاتياً مبكراً قبل حدوث الشرارة المتقدمة قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا بل في أي لحظة أثناء شوط الانضغاط وبغير انتظام من جراء سبق الاشتعال بأي طريقة غير شرارات الكهربية فتتولد عن ذلك موجات تضاغطية تنتشر إلى داخل الاسطوانة في إتجاة مضاد لحركة المكبس وتقاومه نوعاً ما أثناء مشوار صعوده.

والفرق بين التصفيق والدق هو أن التصفيق يحدث قبل حدوث الشرارة الكهربائية من جراء الموجات التضاغطية المتولدة والمضادة لحركة المكبس بينما يحدث الدق بعد الشرارة وتكون الموجات التضاغطية في اتجاه حركة المكبس .

أسباب حدوث سبق الاشتعال :

1- وجود رواسب كربونية متراكمة في غرف الاحتراق تزيد من نسبة الانضغاط بالاسطوانات فيرتفع معدل الضغط وتزداد درجة حرارة الانضغاط فترتفع من درجة حرارة النقاط الكربونية البارزة إلى درجة التوهج أو درجة الاشتعال الذاتي للبنزين .

2- استعمال زيت تزييت من نوع يتخلف عنه مقدار كبير من الكربون .

3- وجود جزيئات الكربون المتحركة خلال الشحنة بداخل غرفة الاحتراق لتخلف جزء من العادم .

4- زيادة درجة حرارة طرفي شمعة الإشعال أو صمام العادم .

الأضرار الناتجة عن الاشتعال المبكر :

1- فقد في قدرة المحرك .
2- زيادة استهلاك البنزين.
3- إجهاد الأجزاء المتحركة إجهاداً زائداً قد يصل إلى حد الكسر.
4- عدم توقف المحرك عن الدوران بعد قطع دائرة الاشتعال عن طريق مفتاح التوصيل للدائرة الكهربائية (الكونتاكت).

إضافات رفع رقم ألاوكتين :

1-البترول الناتج عند استخراج غاز الفحم وهو ذو رقم أوكتين عال ويستخدم بنسبة حجميه تصل إلى 20%.

2 الكحول الايثيلي والميثيلى الناتج من تخمير المواد النباتية أو صناعياً من بعض المنتجات البترولية ويستخدم بنسب حجميه تصل إلى 15%.

3 رابع ايثيل الرصاص بنسبة حجميه تصل إلى 5% لتقليل تأثير مركبات الكبريت يلون البنزين الممتاز الذي أضيف إليه سائل الايثيل باللون الأحمر لتمييزه ولمراعاة الحذر التام عند تداوله إذ أن سائل الايثيل سام جدا .

4 رابع كلوريد الرصاص.

5 إضافة مادة عضوية تتكون من الكربون والأيدروجين والأكسجين فقط واسمها ثلاثي (بيونال الأثير المثيلي) MTBEبدلا من رابع ايثيل الرصاص TELمما يحول دون انبعاث اكاسيد الرصاص ويقلل من انطلاق أول أكسيد الكربون بنسبة 30% مع العادم وهكذا يقل التلوث الذي يضر بصحة الإنسان ويسمي البنزين المضاف إلية هذه المادة بالوقود النظيف أو البنزين الأخضر (حيث يميز باللون الأخضر) ذو الاوكتين 91.

الوحدة الخامسة

الاحتراق ودورة الوقود التقليدية

(محركات الديزل)

ما هو الديزل

- مصادر الديزل

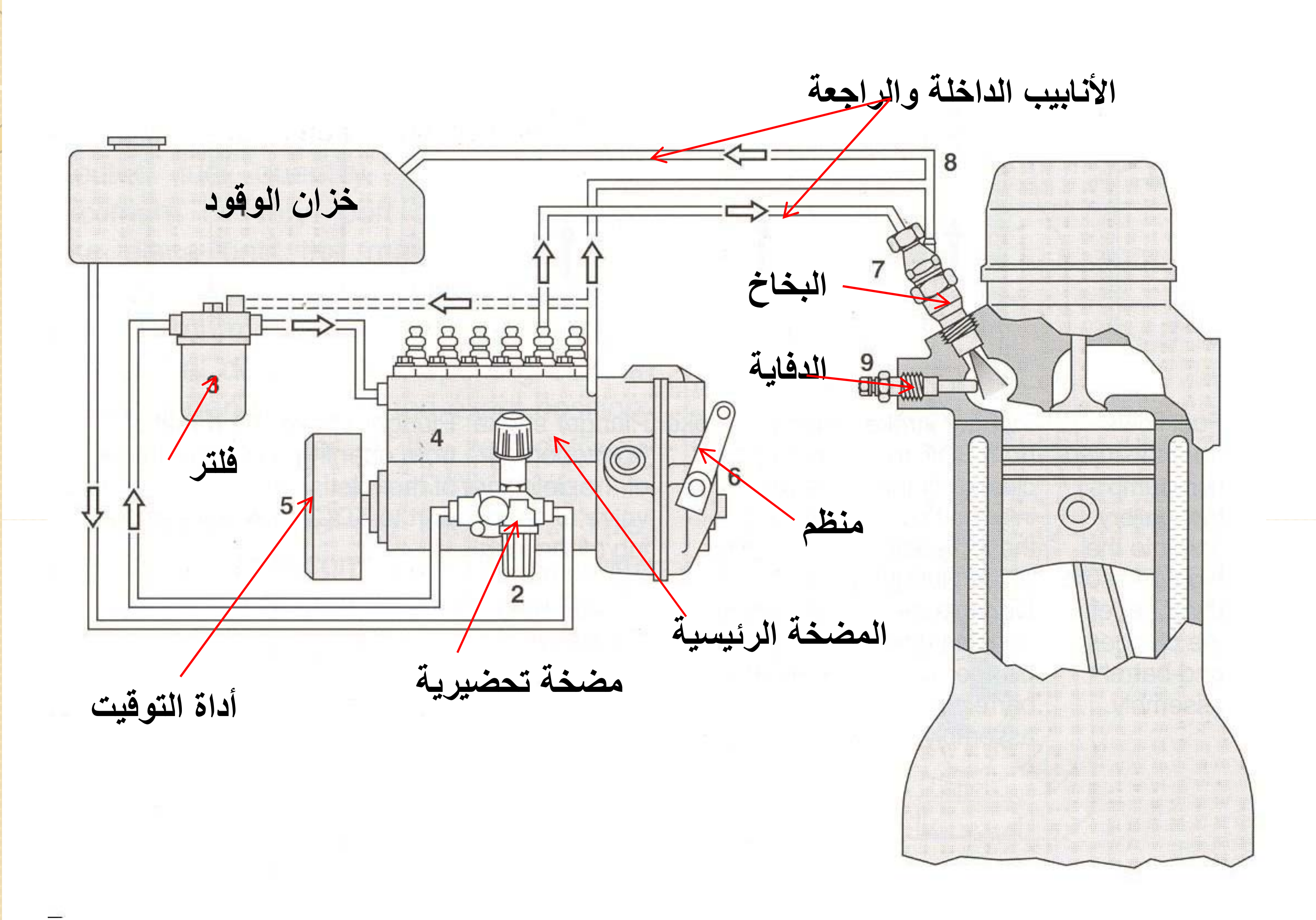
- من البترول يحضر بواسطة التقطير
- من أصول عضوية كالزيوت النباتية ويسمى في هذه الحالة (بيوديزل).

- السيتان Cetane عبارة عن مركب كيميائي مصنوع من سلاسل الهيدروجين والكربون الحلقية ويحمل الصيغة الكيميائية $C_{16}H_{34}$

رقم السيتان(Cetane number CN)

- هو رقم يقاس به كفاءة اشتعال وقود الديزل و هو النسبة الحجمية من مركب السيتان في خليط من السيتان ومركب ميثلا نفثالين (naphthalene)
- رقم السيتان هو قياس لفترة تأخير وقود الديزل و هي الفترة ما بين حقن الديزل وبداية الاشتعال وكلما ارتفع رقم السيتان كلما قلت فترة التأخير بمعنى أن الديزل يشتعل أسرع.
- بشكل عام محركات الديزل تعمل بشكل جيد على أرقام سيتان ما بين 40-55

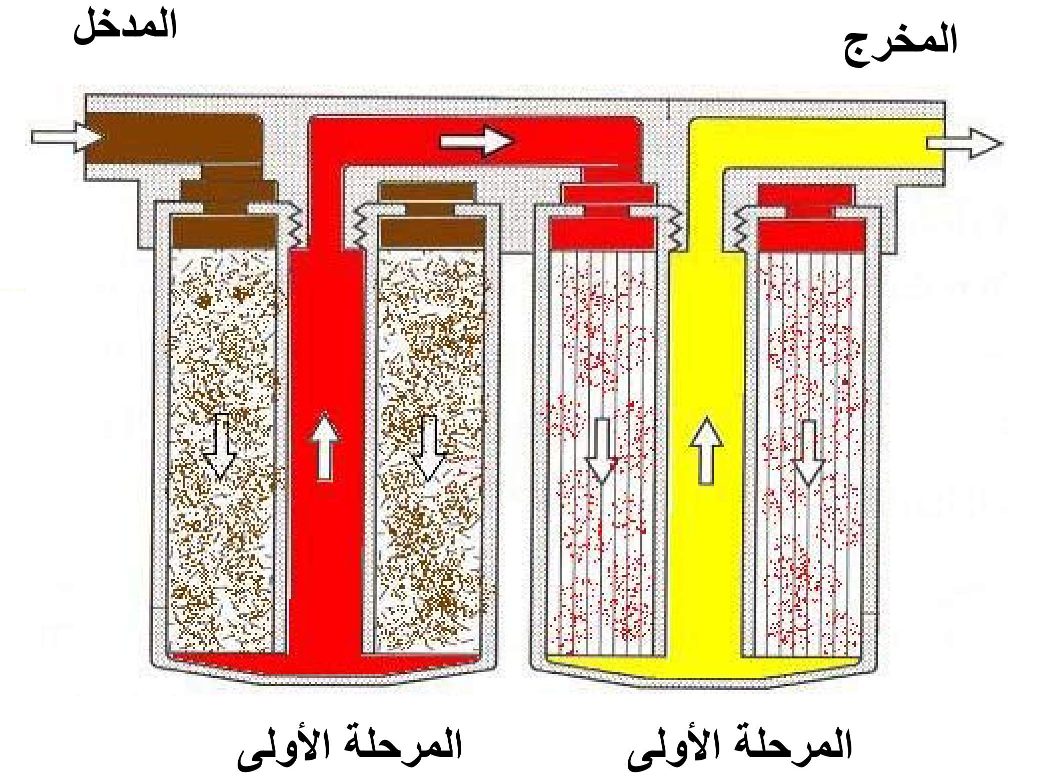
الأجزاء الرئيسية لدورة وقود الديزل



الأجزاء الرئيسية لدورة وقود الديزل(الفلتر)

- المرحلة الأولى: تنقية الشوائب الكبيرة لأنها ذات مرشح مساماته كبيرة
- المرحلة الثانية: تنقية الشوائب الدقيقة
- يوجد نوعين: نوع مقفل تماما يغير كوحدة واحدة ونوع يغير المرشح الداخلي

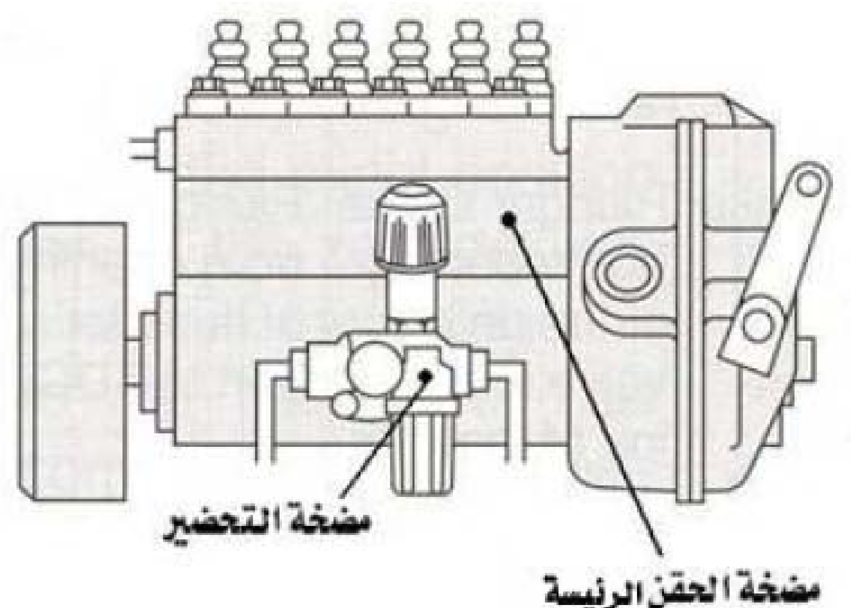




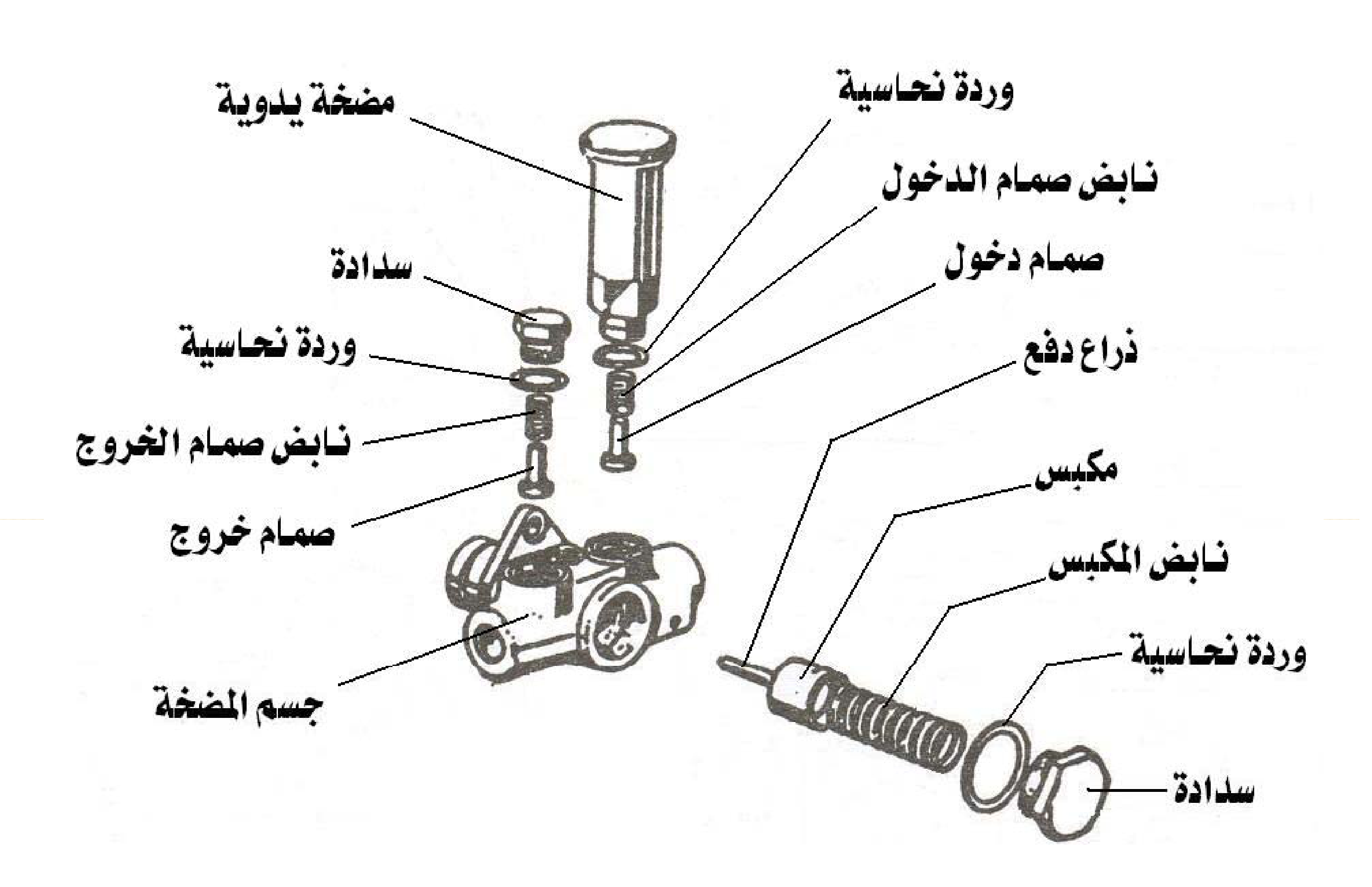
المضخة التحضيرية

- تسحب الديزل من خزان الوقود وترسله إلى الفلتر ثم إلى المضخة الرئيسية بضغط تقريبا 2-5 بار.

- تأخذ حركتها عن طريق عامود كامات المضخة الرئيسية وأشهر أنواعها المضخة ذات المكبس



المضخة التحضيرية

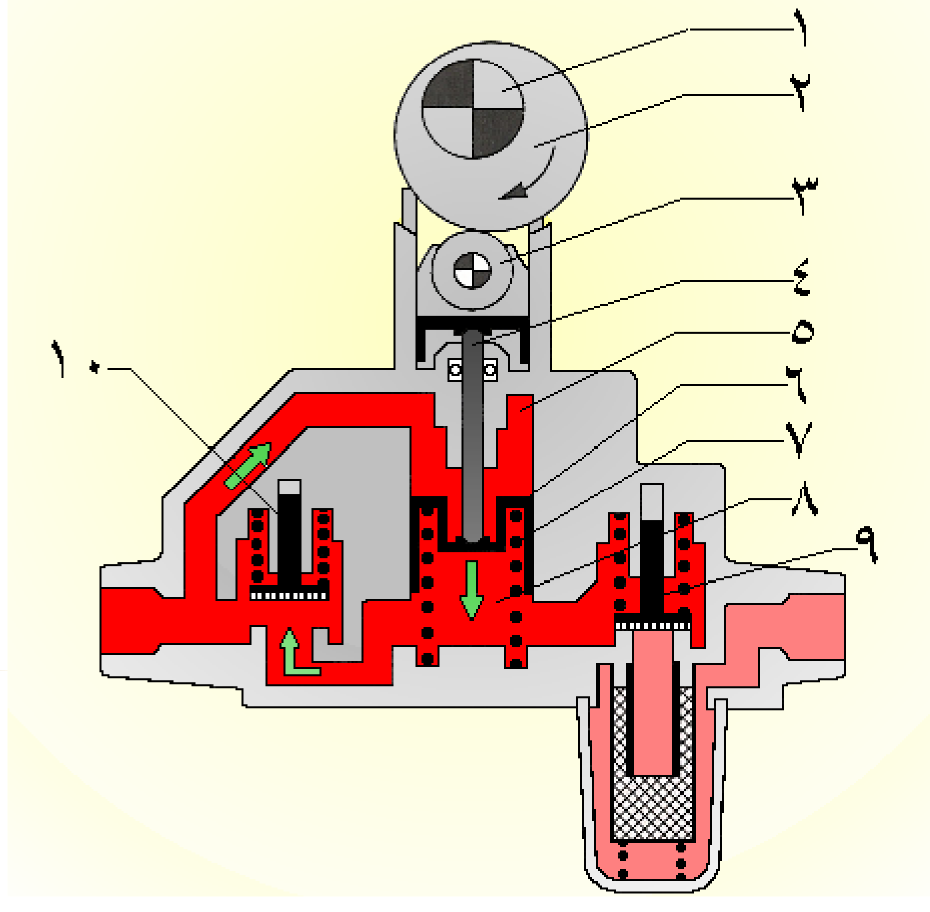


المضخة التحضيرية ذات المكبس أحادية التأثير

شوط سحب الوقود من الخزان:

عندما تبتعد الكامة عن المكبس يرتفع المكبس إلى أعلى بفعل الزنبرك ويغلق صمام الخروج بفعل ضغط السولار من فوقه ويفتح صمام السحب بفعل الخلخلة التي تحدث نتيجة لرفع المكبس وبفعل دفع السولار القادم من الخزان فتمتلئ الحجرة أسفل المكبس بالسولار

المضخة التحضيرية ذات المكبس أحادية التأثير

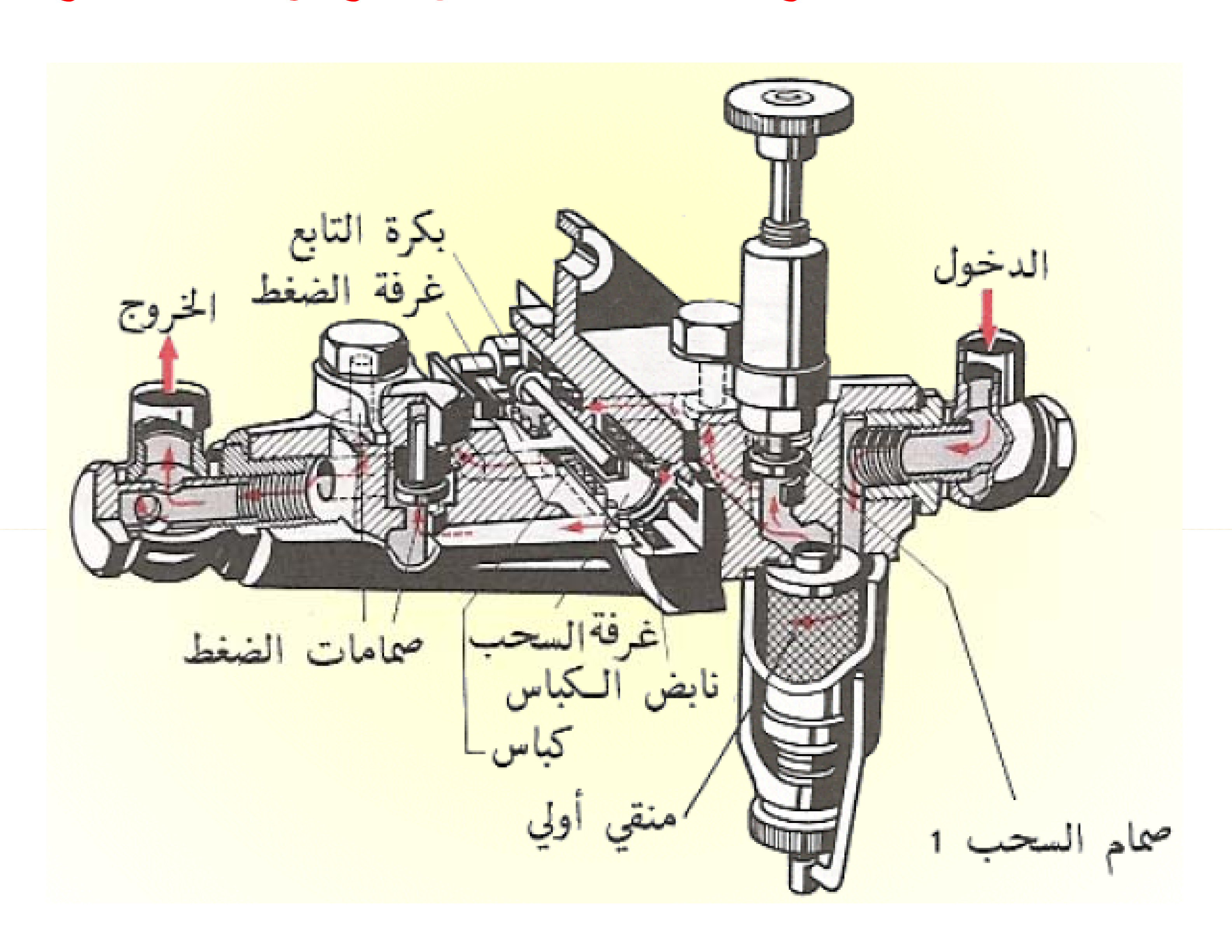


شوط دفع السولار إلى الفلتر والمضخة الرئيسية:

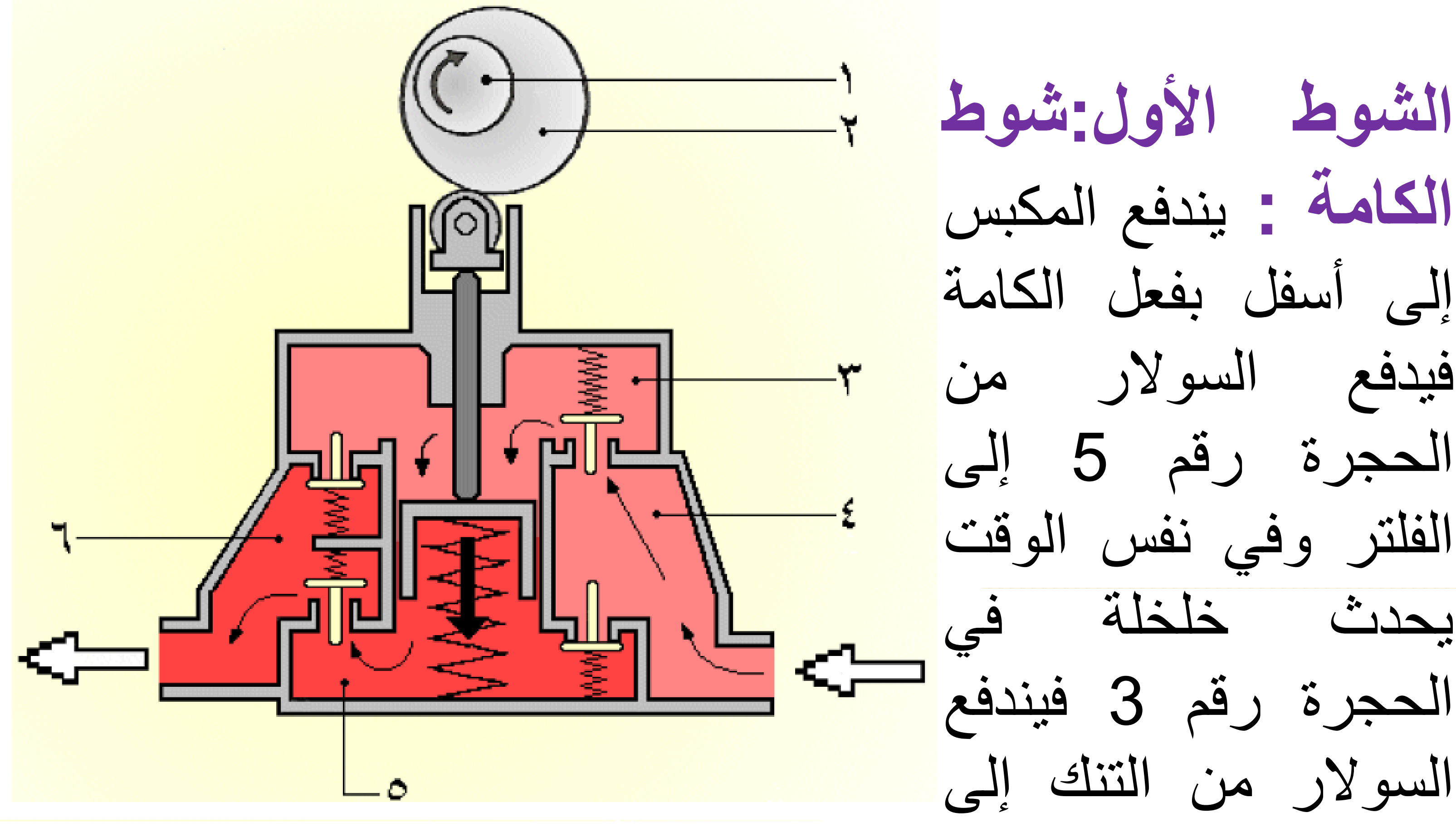
تدفع الكامة المكبس إلى أسفل فيضغط السولار الواقع أسفله فيغلق صمام السحب بفعل السولار الواقع فوقه ويفتح صمام الضغط بفعل ضغط السولار فيندفع السولار إلى الفلتر والمضخة الرئيسية

1- عمود المضخة
2- كامة الامركزية
3- تابع الكامة
4- ساق الدفع
5- غرفة الضغط
6- الكباس
7- نابض المضخة
8- غرفة السحب
9- صمام السحب
10- صمام الضغط

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير



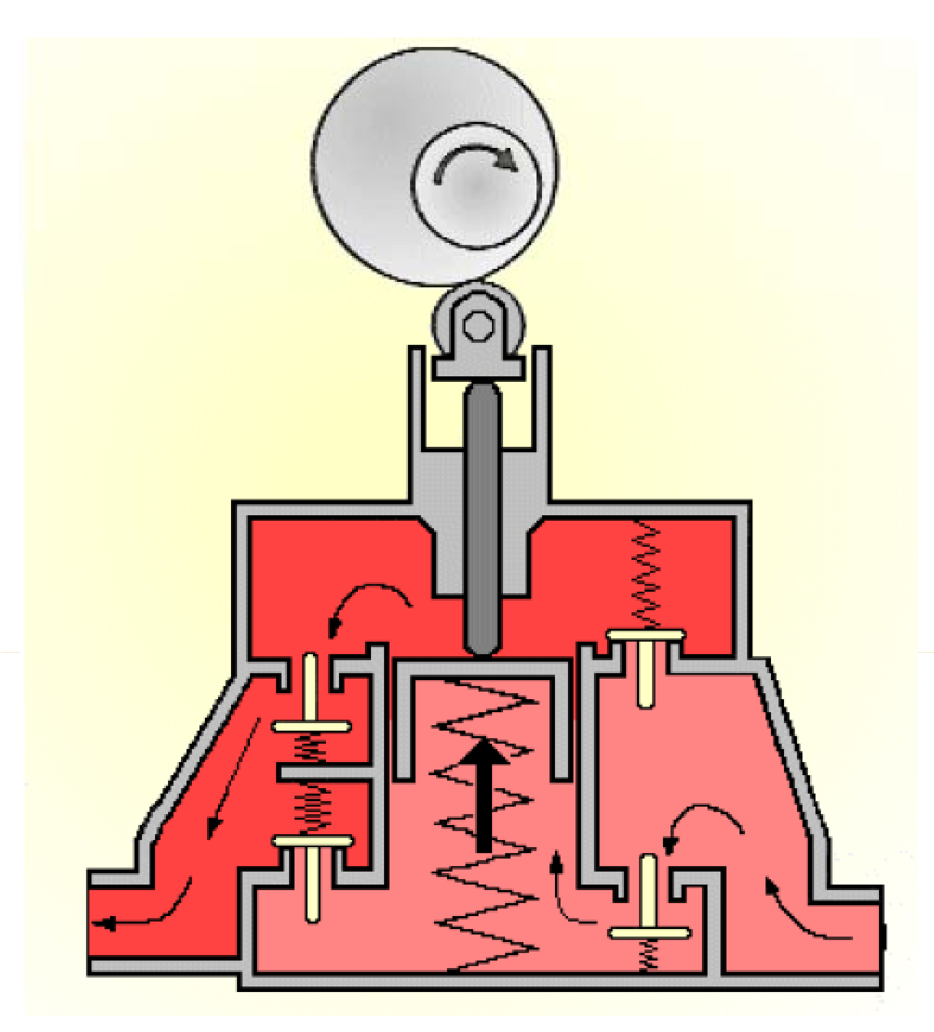
المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير



الشوط الأول:شوط الكامة : يندفع المكبس إلى أسفل بفعل الكامة فيدفع السولار من الحجرة رقم 5 إلى الفلتر وفي نفس الوقت يحدث خلخلة في الحجرة رقم 3 فيندفع السولار من التنك إلى داخل المضخة

1- عمود المضخة
2- كامة لامركزية
3- غرفة السحب
4- دخول الوقود
5- غرفة الضغط
6- خروج الوقود

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير



الشوط الثاني شوط الرجوع: عندما يزول تأثير الكامة عن المكبس يندفع المكبس إلى أعلى بفعل الزنبرك فيدفع السولار الذي فوقه إلى الفلتر وفي نفس الوقت يحدث خلخلة في غرفة رقم 5 فيندفع الوقود من التنك إليها

لاحظ أن في كلا الشوطين قد تم دفع السولار إلى الفلتر لهذا سميت ثنائية التأثير

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير

الشوط الثالث شوط عدم عمل المضخة:

- ضغط وقود المضخة التحضيرية ثابت من 2-5 بار في كل حالات عمل المحرك.
- أما كمية الوقود فتعتمد على سرعة وحمل المحرك
- عند زيادة كمية الوقود داخل الدورة فان ضغط الوقود يرتفع في أنبوب السولار الواصل إلى المضخة الرئيسية ويصبح أعلى من ضغط المضخة التحضيرية مما يؤدي إلى دفع المكبس إلى أسفل وتوقف المضخة عن دفع السولار.

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير

انظر الكتاب المقرر لمعرفة طريقة إخراج الهواء وفك وتركيب المضخة التحضيرية

مضخات حقن الوقود الرئيسية

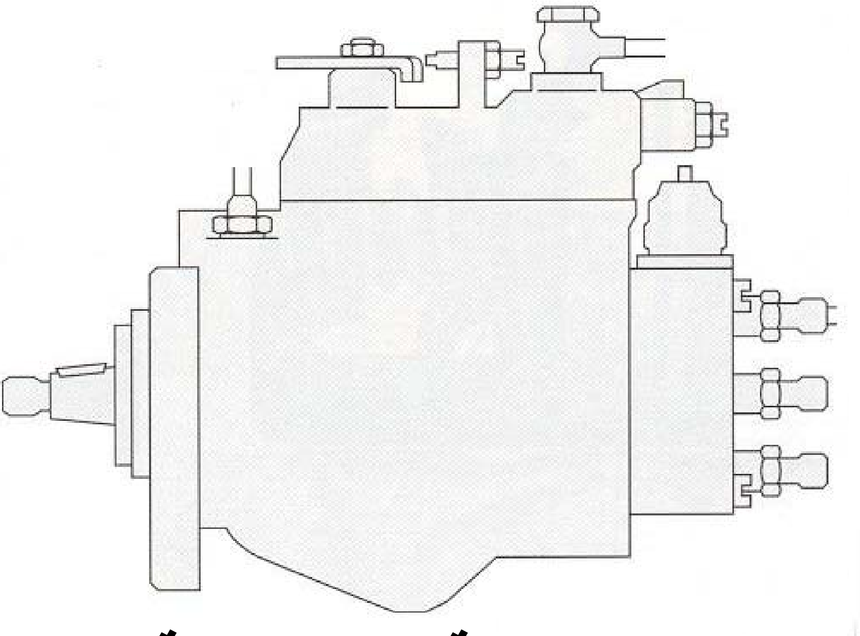
- وظائف المضخات الرئيسية:

1- إمداد المحرك بالسولار بالضغط المناسب.

2-التحكم بكمية الوقود

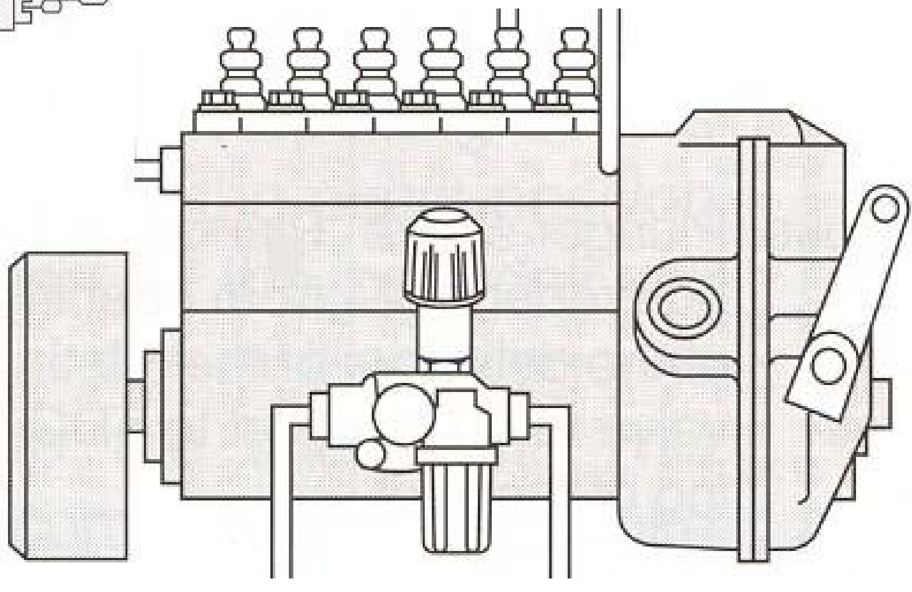
3- التحكم بموعد إعطاء الوقود .

مضخات حقن الوقود الرئيسية

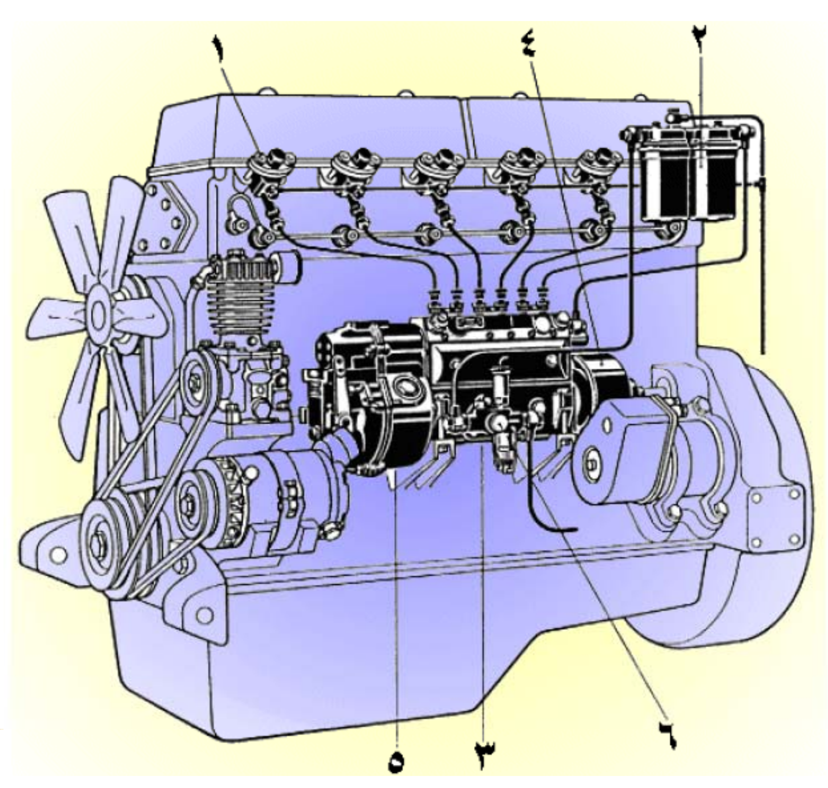


مضخة حقن دائريةVE

مضخة حقن مستقيمةPE



أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE



تحتوي مضخات الحقن المستقيمة PE على عدة أجزاء هي :

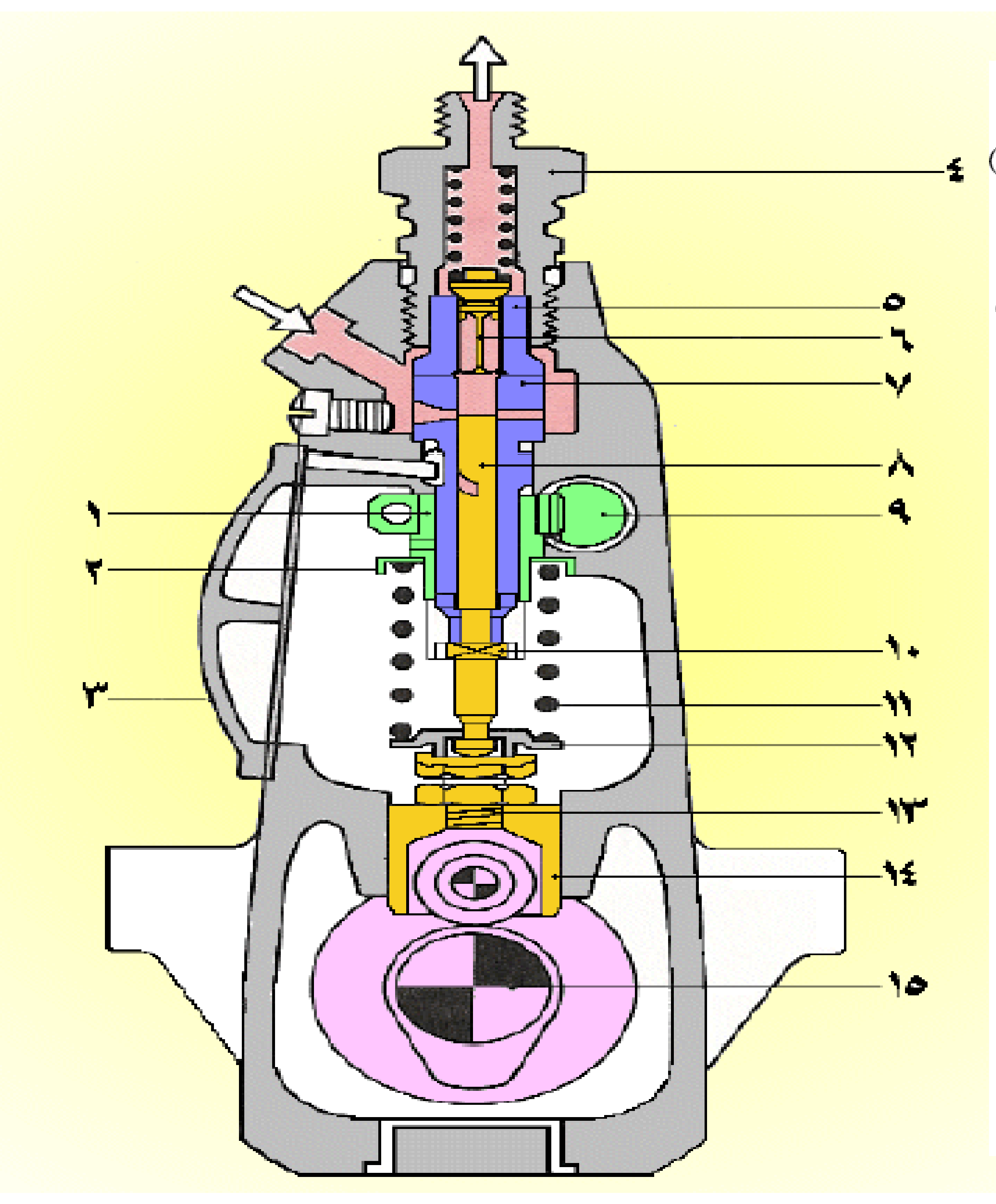
1- وحدات حقن Injection units.

2- مضخة توريد الوقود من خزان الوقود إلى مضخة الحقن Supply pump .

3- مصد لمشوار الجريدة Control-rod stop.

4- تجهيزة توقيت الحقن Timing device.

5- تجهيزة منظم كمية الحقن Governor.



أولاً : أجزاء وحدة الحقن :

1- ترس جلبة التحكم (الترس الجزئي)

2- جلبة التحكم

3- الغطاء الجانبي لأجزاء وحدات الحقن

4- حامل صمام الضغط

5- حامل الصمام

6- صمام الضغط (صمام الطرد)

7- أسطوانة المضخة

8- مكبس المضخة

9- ذراع التحكم أو الجريدة المسننة

10- ذراع التحكم بالمكبس

11- نابض إعادة المكبس

12- مقعد النابض

13- مسمار الضبط

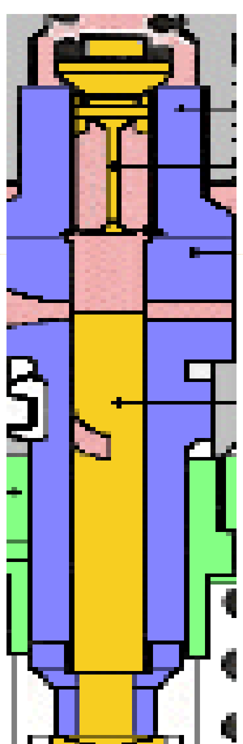
14- تابع الكامة

15- عمود الكامات

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

1- **الأسطوانة:**

تصنع من الصلب المعامل حراريا بدرجة عالية من الدقة ، وفي الجانب العلوي لكل أسطوانة توجد فتحتان واحدة لدخول الوقود والأخرى للفائض ، و يوجد بجسمها الخارجي جزء لتثبيتها بجسم مضخة الحقن متصل مع فتحة الدخول بالوقود الموجود بمضخة الحقن ،وتضع الأسطوانة بحيث يكون قطرها من أعلى أكبر من قطرها من أسفل



أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

2- الكباس :

الكباس هو العنصر الأساسي والمباشر في عملية حقن وضغط الوقود إلى الرشاشات ، ويصنع من الصلب المعامل حراريا بدقة ازدواج عالية مع الأسطوانة، وتوجد بالمنطقة العليا للكباس فتحة رأسية تصل بين السطح العلوي للكباس وبين الجزء الحلزوني المائل الشكل بسطح المكبس والذي يتحكم في كمية الوقود المحقون تبعا لسرعة المحرك .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

3- **الجلبة:**

وهي جلبة ذات فتحتين في أسفلها ، يدخل بها لسان كباس وحدة الحقن حتى يمكن للكباس أن يدور زوايا مع الجلبة . ويثبت في أعلى الجلبة جزء من الترس يعشق مع الجريدة المسننة بالمضخة التي تتحرك عند الضغط على دواسة السرعة فتحرك معها ترس الجلبة وبالتالي تحرك الجلبة نفسها فتحرك الكباس حركة زاوية ، بالإضافة إلى حركة الكباس الترددية الحادثة بدوران عمود كامات مضخة الحقن .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

4- عمود كامات مضخة الحقن :

يحتوي على عدد من الكامات مساو لعدد وحدات الحقن في المضخة التي تناظر عدد أسطوانات المحرك ، و أثناء دوران عمود الكامات تعمل كل كامة بدفع التابع والكباس بوحدة الحقن الخاصة بها إلى أعلى وذلك في شوط الضغط ، ويعمل نابض خاص على رجوع الكباس والتابع إلى أسفل عند زوال تأثير الكامة ، و يحتوي عمود الكامات على قرص لامركزي لتشغيل مضخة التغذية ،ويستمد العمود حركته الدائرية من ترس عمود المرفق .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

5- **التابع:**

هو ساق له بكرة عند نهايته السفلى لتتلامس هذه البكرة دائما مع عمود كامات المضخة لتقوم

بدفع الكباس إلى أعلى تبعا للحركة الدورانية للكامة وعمود الكامات ، ويتم عن طريق هذا التابع

ضغط يساوي كميات الوقود المحقون لكل أسطوانة وذلك عن طريق مسمار ضبط وصامولة زنق حيث

يتم هذا الضبط على جهاز اختبار مضخات حقن الوقود .

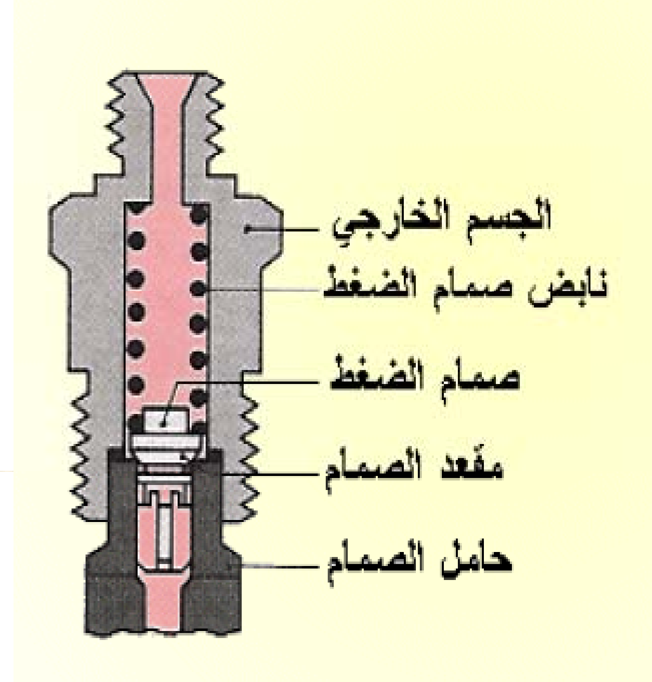
أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

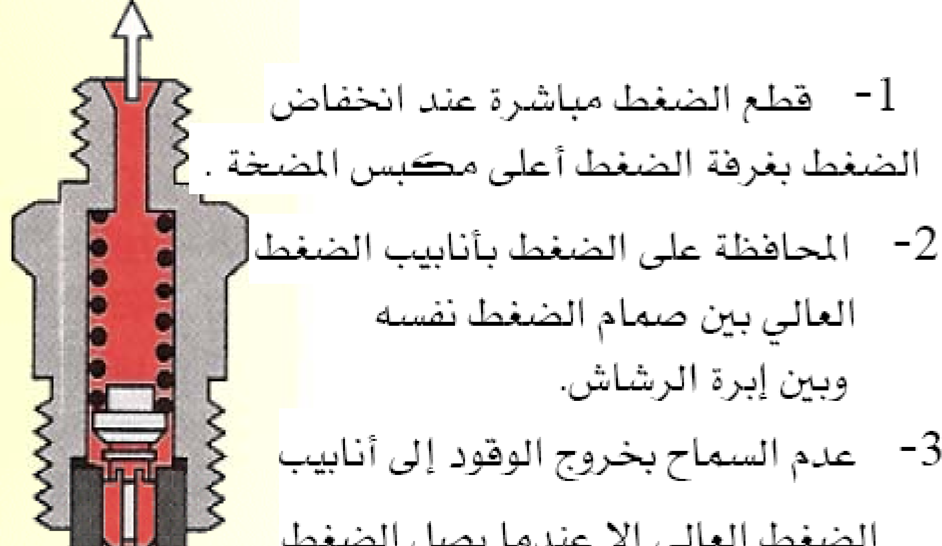
6- **الجريدة المسننة:**

التحكم في حركة الكباس الزاوية عن طريق تحريكها بواسطة دواسة السرعة كما يؤثر على حركتها منظم الطرد المركزي أو التخلخلي عن طريق وصلات تنقل تأثير السرعة والحمل من كلا المنظمين إلى الجريدة المسننة .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

7 – صمام الضغط (اللارجوع – التوصيل):





1- قطع الضغط مباشرة عند انخفاض الضغط بغرفة الضغط أعلى مكبس المضخة .

2- المحافظة على الضغط بأنابيب الضغط العالي بين صمام الضغط نفسه وبين إبرة الرشاش.

3- عدم السماح بخروج الوقود إلى أنابيب الضغط العالي إلا عندما يصل الضغط إلى ضغط معين حسب تصميم وقوة نابض صمام الضغط .

الصمام مفتوح

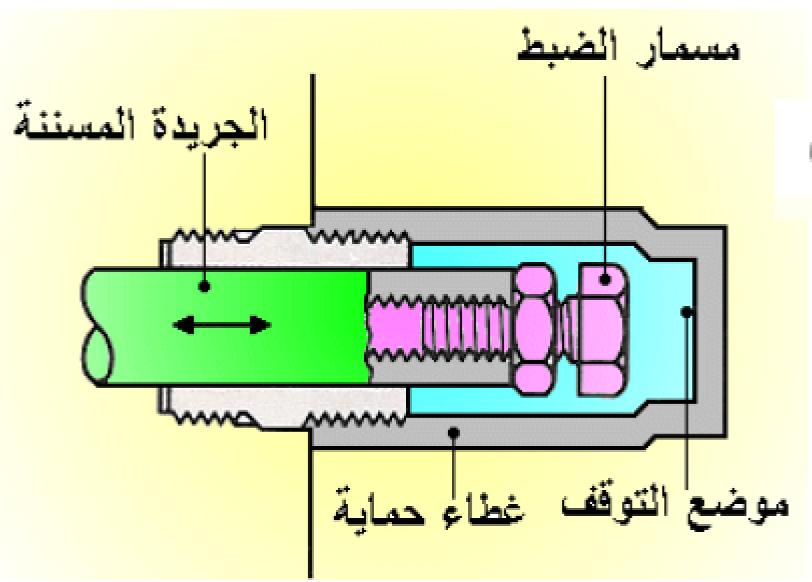
الصمام مغلق

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

8- **ذراع التحكم بالتوقف** :

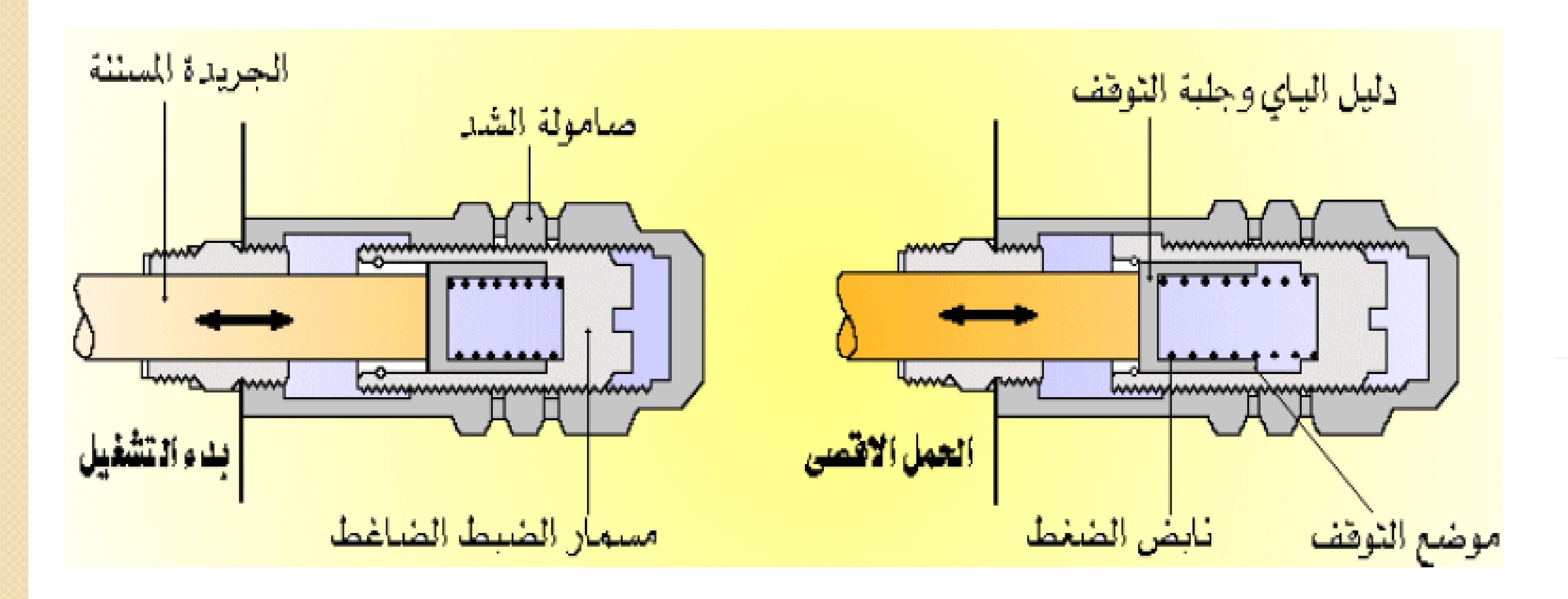
وظيفة هذا الذراع تحديد الحمل الأقصى لتوصيل الوقود من المضخة ويكون متصلاً إما بالمضخة (حيث يحدد مشوار الجريدة المسننة بمشوار معين حسب شروط المضخة) أو بمنظم كمية الحقن و يمكن ضبطه يدويا بواسطة مسمار الضبط و يوجد هناك نوعان هما :

أ- ذراع التحكم بالتوقف الثابت

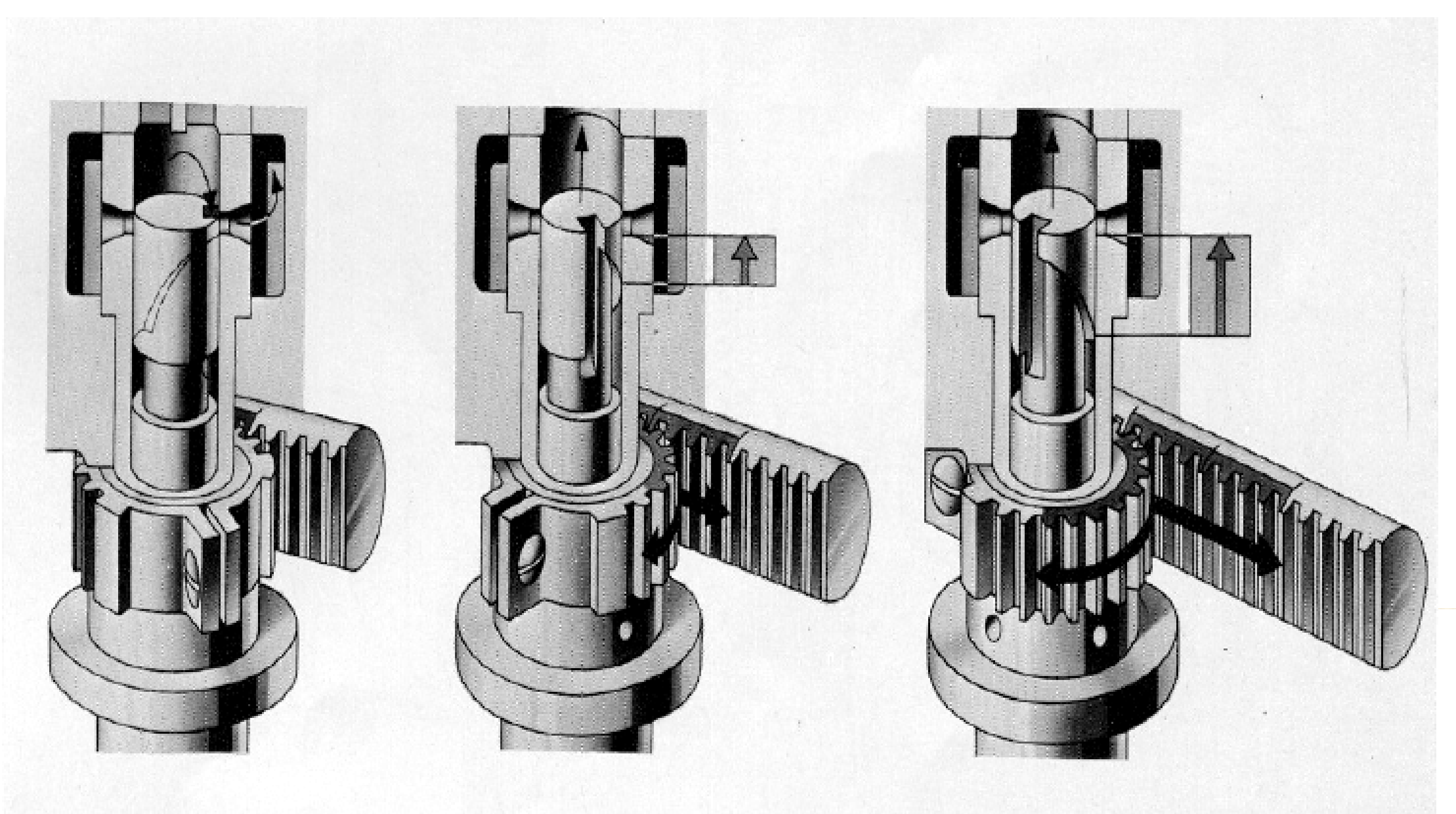


أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

ب -ذراع التحكم بالتوقف مزود بنابض



مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



لاحظ الشوط الفعال في الأشكال التالية الذي يدل عليه السهم

الشوط الفعال هو: الشوط من لحظة بدء حركة المكبس من النقطة الميتة السفلى حتى يتم خروج الوقود المضغوط فوق المكبس من الشق المائل الى فتحة الاسطوانة

مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



عندما يكون المكبس في النقطة الميتة السفلى تكون حافة

المكبس العلوية أسفل فتحات الإمداد

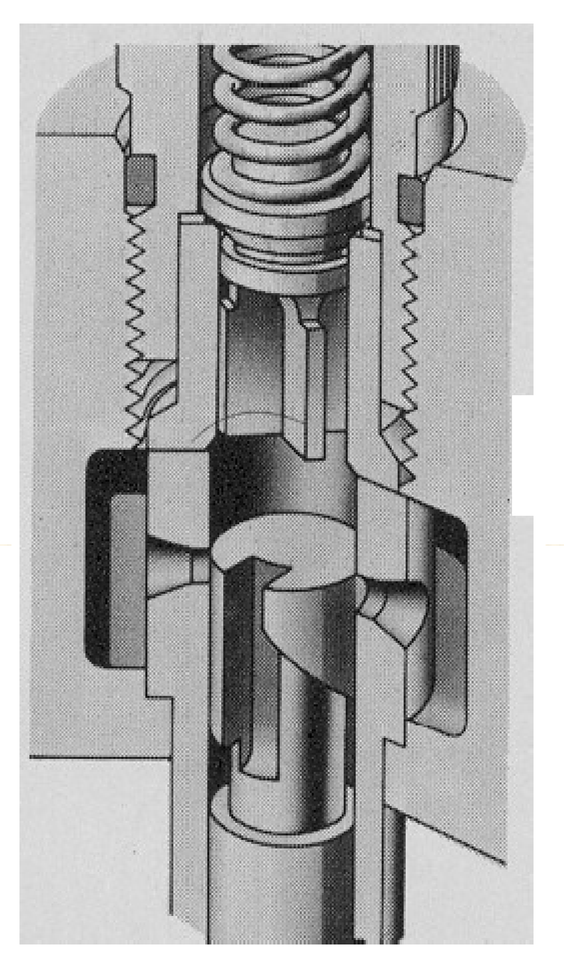
فيسمح ذلك للوقود بالدخول من حوض الوقود إلى داخل

الأسطوانة علما بان الوقود المتدفق من حوض

وقود المضخة مضغوط بواسطة المضخة التحضيرية

مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE

عندما يبدأ بالتحرك إلى أعلى حيث تقوم حافة المكبس العلويه بغلق



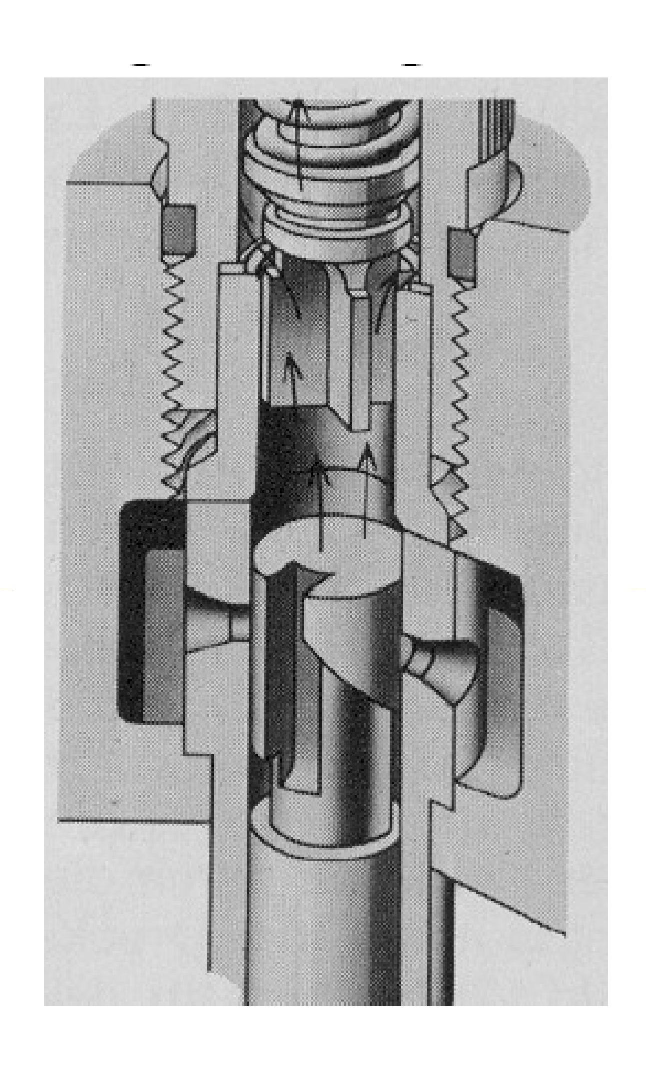
فتحات الإمداد بالوقود من الحوض و تبدأ عملية ضغط

الوقود والشكل التالي يوضح المكبس عندما

يغلق فتحات الامداد و بذلك يبدأ المكبس

بضغط الوقود إلى أعلى ناحية صمام التسليم

مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



و مع استمرار ارتفاع المكبس ينضغط الوقود و لا يجد أمامه

إلا التغلب على نابض صمام التسليم و مع

استمرار ارتفاع ضغط الوقود يتغلب ضغط الوقود

على ضغط نابض صمام التسليم مما يؤدي إلى

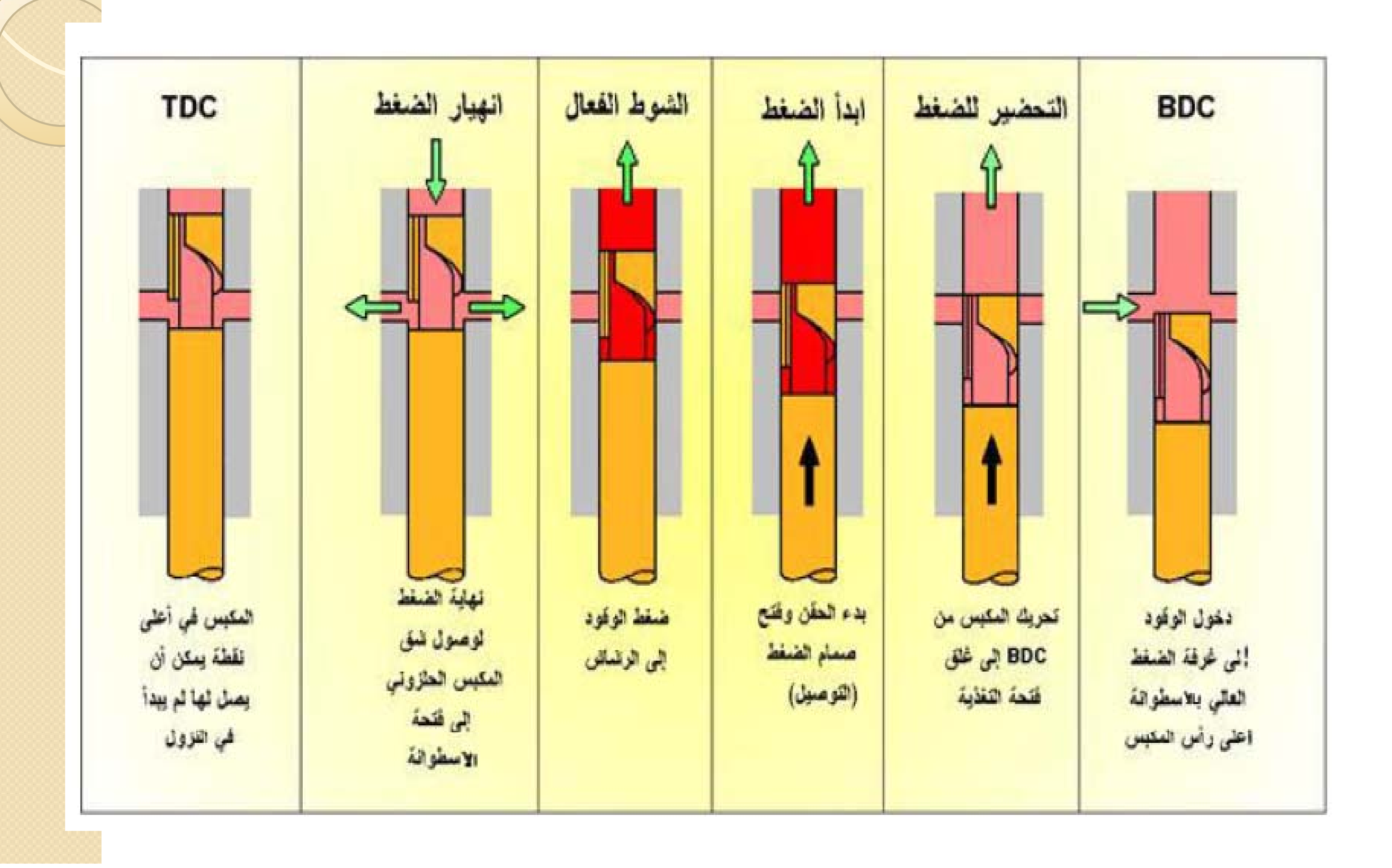
ارتفاع صمام التسليم عن قاعدته و بذلك يسمح

للوقود بالخروج إلى بخاخات الحقن عن طريق المواسير

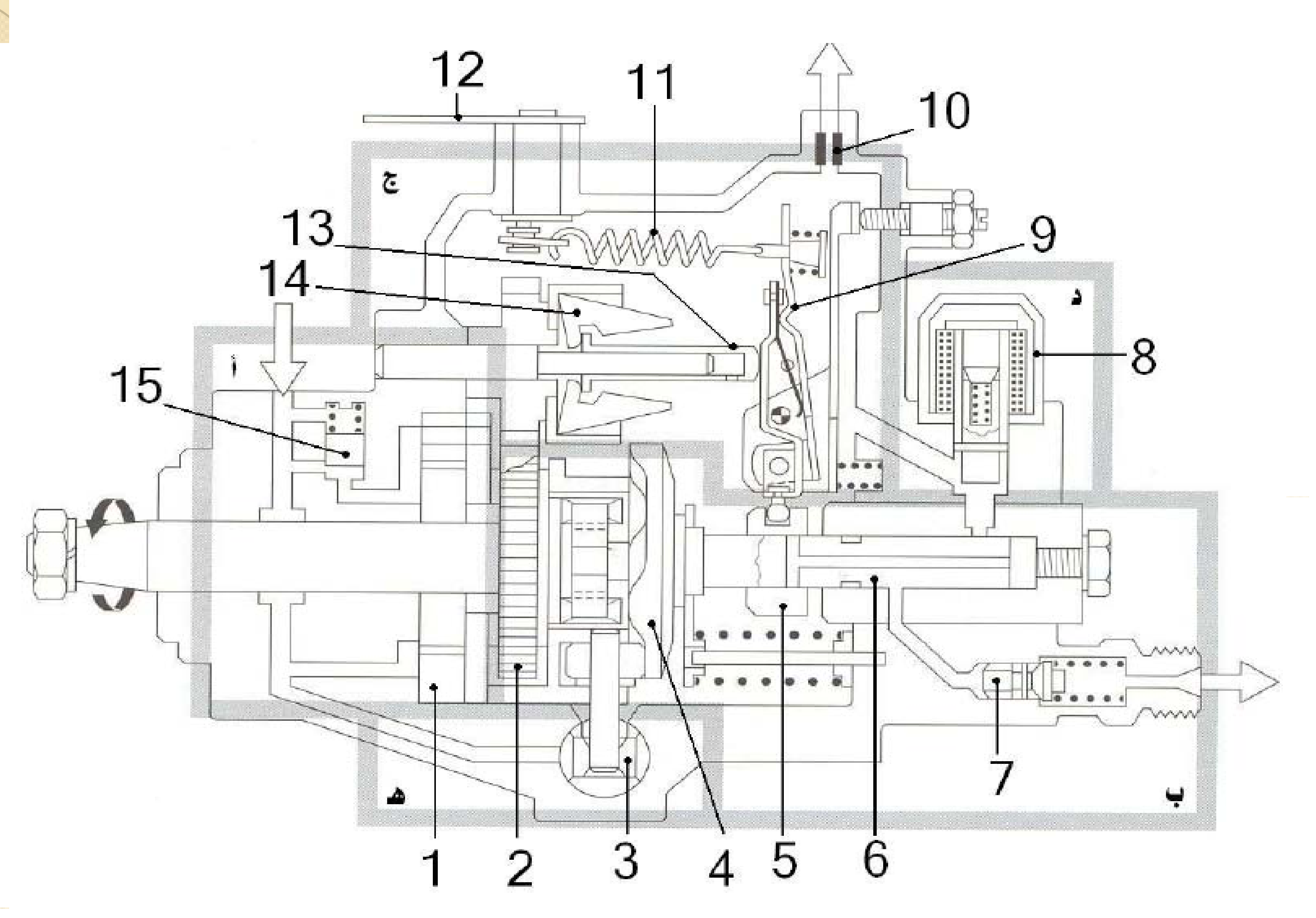
مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE

مع استمرار حركة المكبس إلى أعلى فإن الشق المائل
للمكبس سوف يصل إلى فتحات الإمداد
بالوقود و هذا يؤدي إلى توصيل الجزء ذي الضغط
العالي فوق المكبس بالجزء ذي الضغط المنخفض
في حوض الوقود وبالتالي يتدفق الوقود من المنطقة فوق
المكبس عبر الشق الطولي في المكبس إلى
فتحات الإمداد و من ثم إلى حوض الوقود فيقل
الضغط فوق المكبس و يتغلب نابض صمام التسليم
على ضغط الوقود مما يؤدى إلى غلق صمام التسليم

مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



المضخة الدائرية(الموزع)



المضخة الدائرية(الموزع)

أ- منطقة المضخة التحضيرية و هي من النوع ذات الريش

ب- منطقة توزيع الوقود للبخاخات بضغط مرتفع

ج- منطقة تنظيم الحقن

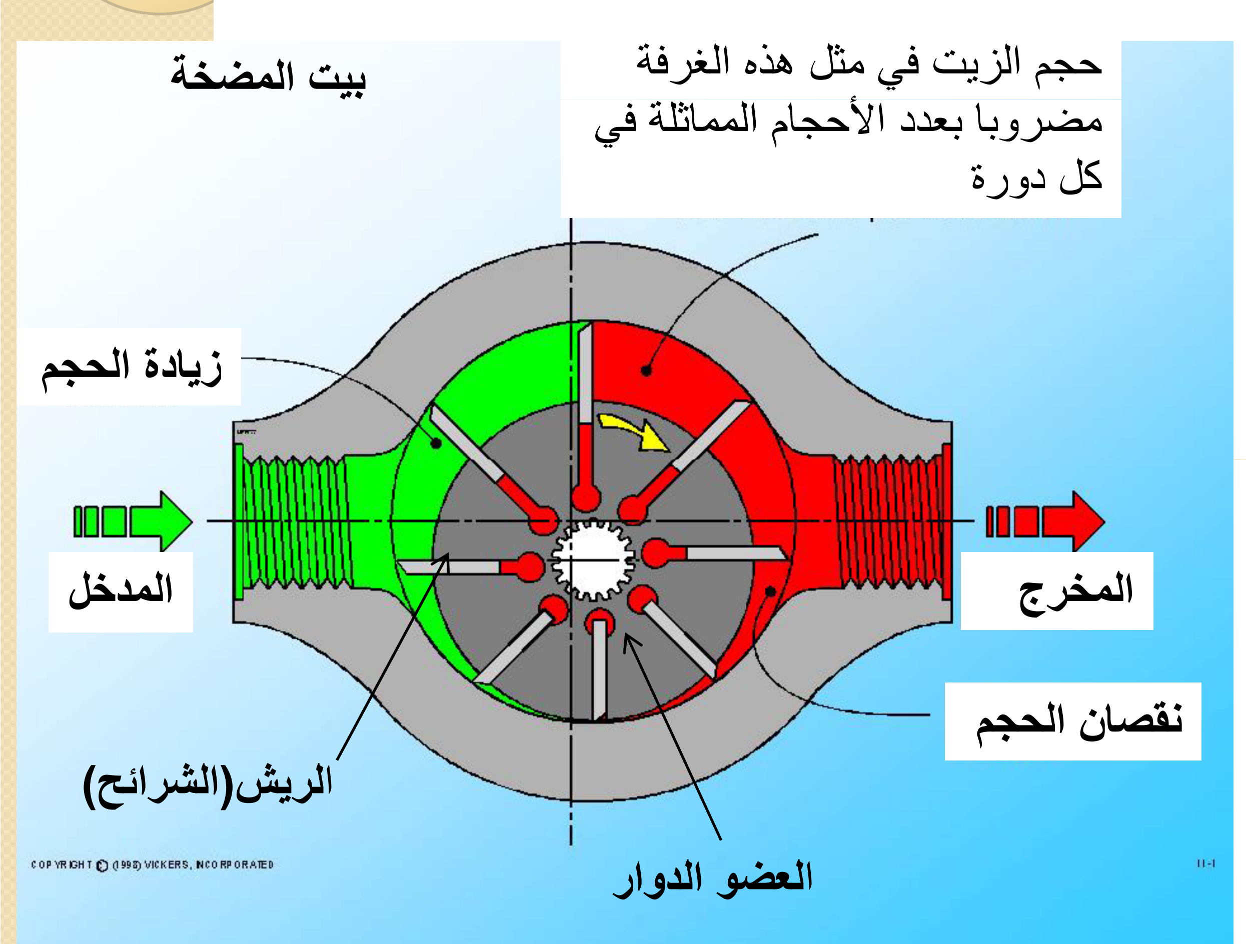
د- منطقة مفتاح قطع الإمداد بالوقود

هـ- منطقة توقيت الحقن

المضخة الدائرية(الموزع)

1- مضخة تحضيرية
2- آلية تقديم الحقن
3- جلبة تحكم
4- صمام التسليم
5- منظم كمية الحقن
6- نابض منظم الحقن
7- حلبة تحكم
8- صمام التحكم بالضغط
9- عمود دوران منظم الحقن
10- صحن الكامات
11- المكبس
12- صمام كهرومغناطيسي لقطع الوقود
13- مخرج الفائض
14- ذراع التحكم في السرعة (متصل بالدعسة)
15- أثقال منظم الحقن

المضخة الدائرية(الموزع)
المضخة التحضيرية



- **مبدأ العمل:** لاحظ اللامركزية بين العضو الدوار وبيت المضخة ، نتيجة دوران العضو الدوار فان الشرائح تندفع إما مقتربتا من المركز بفعل اللامركزية حيث يدفع جدار بيت المضخة الشرائح باتجاه المركز أو مبتعدتا عنه بفعل الطرد المركزي الذي يقذف الشرائح بعيدا عن المركز. تبقى الشرائح دائما ملاصقة لجدار بيت المضخة الداخلي

المضخة الدائرية(الموزع)

صما م التحكم فى الضغط :

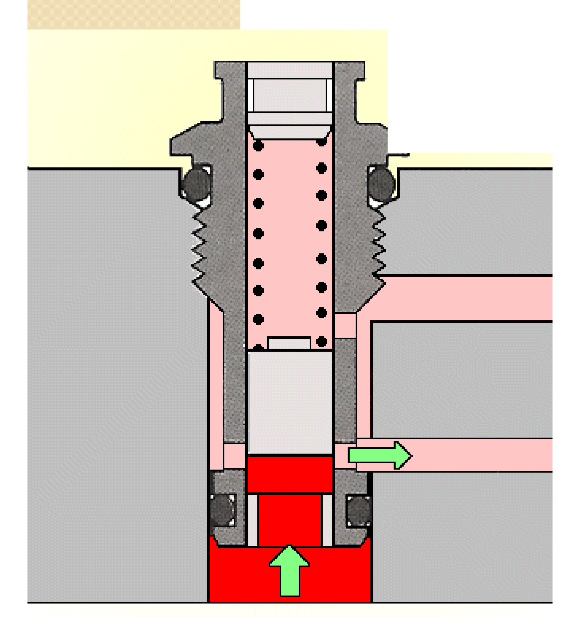
يركب صمام التحكم في الضغط بين غرفة الضغط وغرفة السحب لمضخة الإمداد ذات الريش ،

فعند ارتفاع الضغط عن القيمة المحددة في غرفة الضغط يقوم الوقود بدفع الصمام المنزلق إلى أعلى ضد

قوة ضغط النابض فتفتح فتحة عودة الوقود من غرفة الضغط إلى غرفة السحب ، وعند انخفاض الضغط

يتغلب النابض على ضغط الوقود فيعيد الصمام المنزلق إلى وضع يتناسب مع ضغط النابض على ضغط

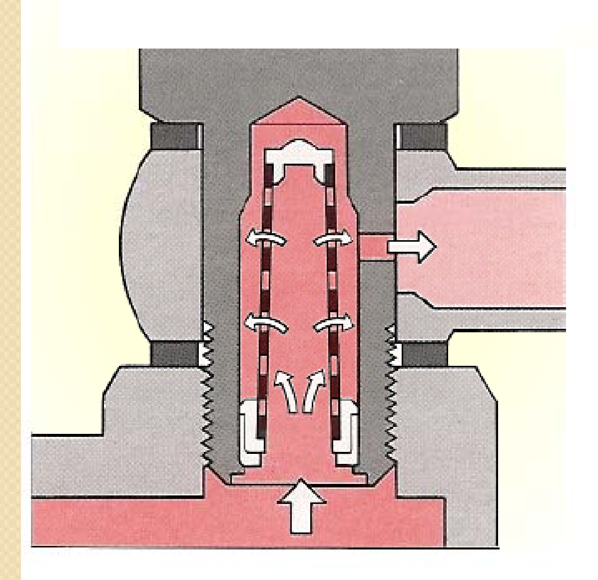
الوقود فيعيد الصمام المنزلق إلى ضغط الوقود بداخل غرفة الضغط والشكل التالي يوضح ذلك .



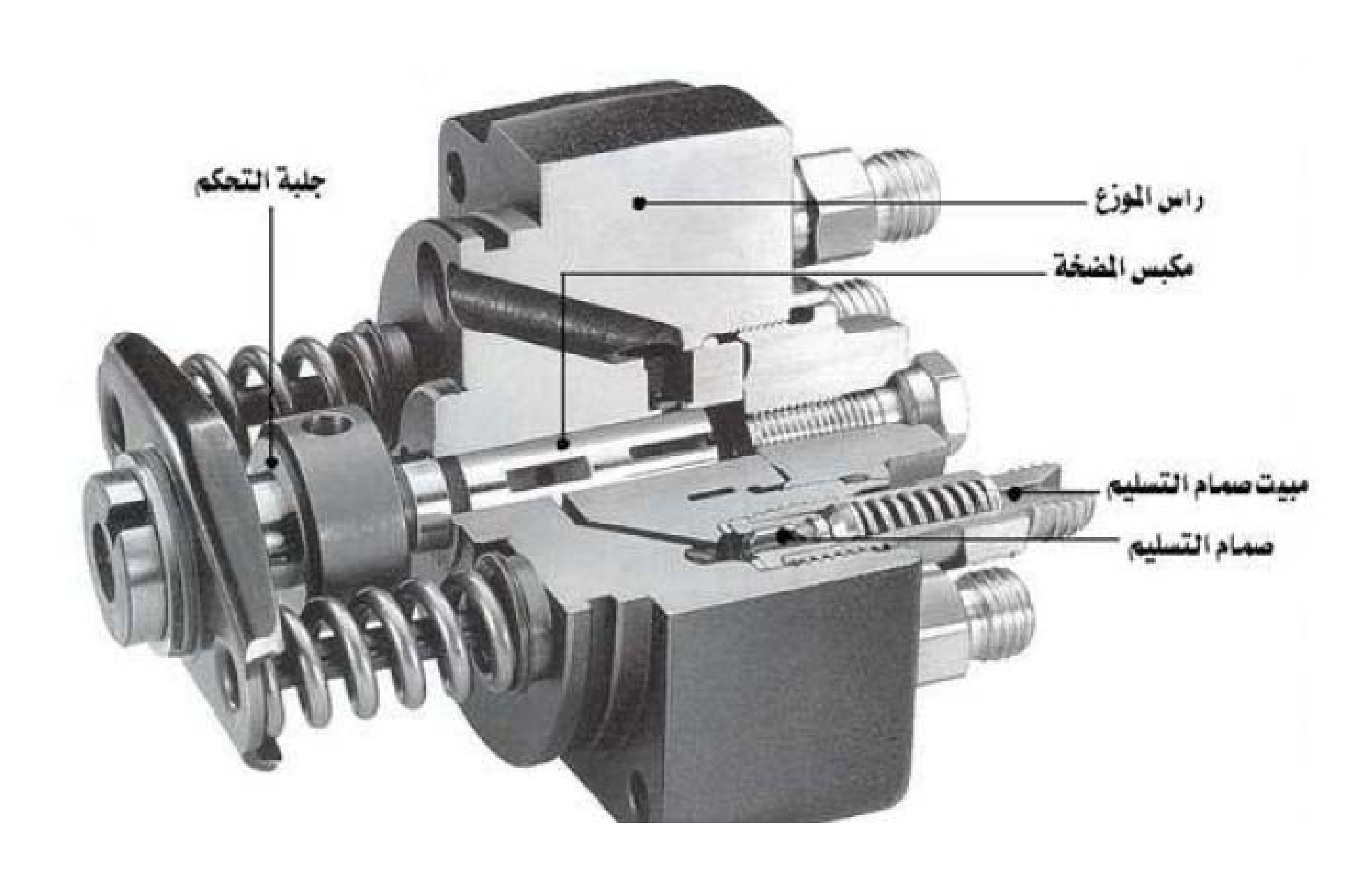
المضخة الدائرية(الموزع)

صمام خروج الوقود الفائض (الزائد)

نظرا لقيام مضخة التغذية بالوقود بضخ كمية وقود أكثر مما يحتاجه المحرك إذا لابد من وجود صمام يقوم بتصريف الوقود الزائد وإعادته للخزان لذلك تم تركيب صمام خروج الوقود الزائد في أعلى مضخة الحقن الموزعة والشكل التالي يوضح طريقة خروج الوقود من الصمام حيث يعمل على إعاقة سريان الوقود العائد إلى الخزان بواسطة ثقوب صغيرة مقدارها (0،6 مم) وهي تعمل على المحافظة على مستوى ضغط الوقود داخل تجويف المضخة .



المضخة الدائرية(الموزع)



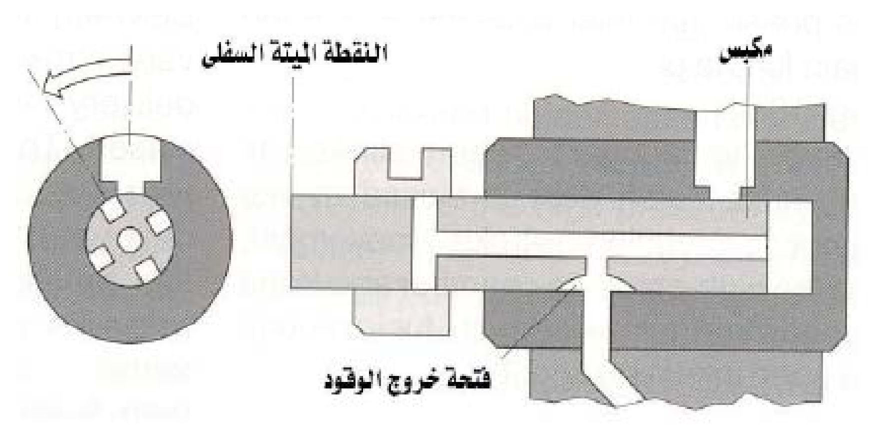
ولكي تتم عملية الحقن فرضا لمحرك ذي أربع أسطوانات يجب أن يتحرك مكبس المضخة من النقطة الميته السفلى إلى النقطة الميتة العليا ثم يعود للنقطة الميتة السفلى مرة أخرئ اثناء دورانه بمقدار 90 درجة أي يجب أن يتم مكبس المضخة شوطاً إلى أعلى و آخر إلى أسفل خلال 90 درجة و إذا كان المحرك ذو ست أسطوانات فإن هذين الشوطين يجب أن يتما خلال 60 درجة و هكذا

لاحظ شكل مكبس المضخة:

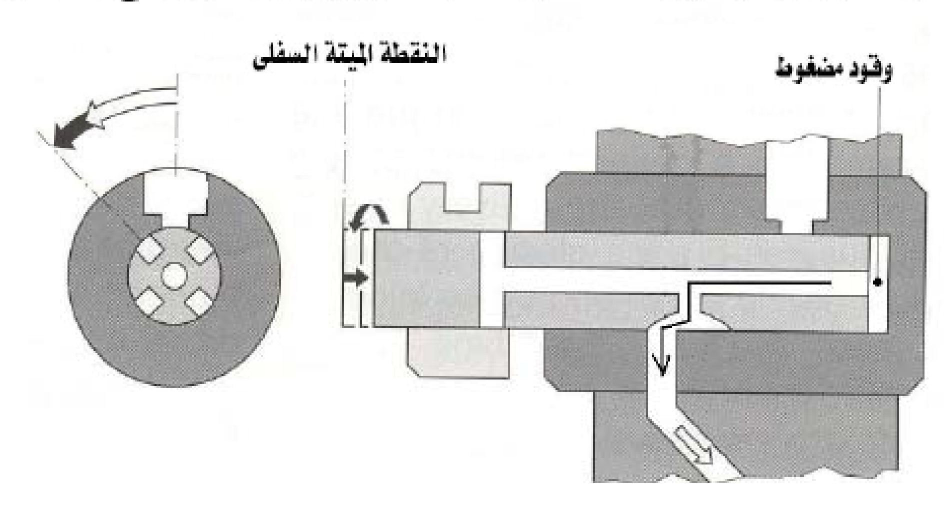


عملية الحقن بواسطة المكبس فتتم من خلال عدة مراحل

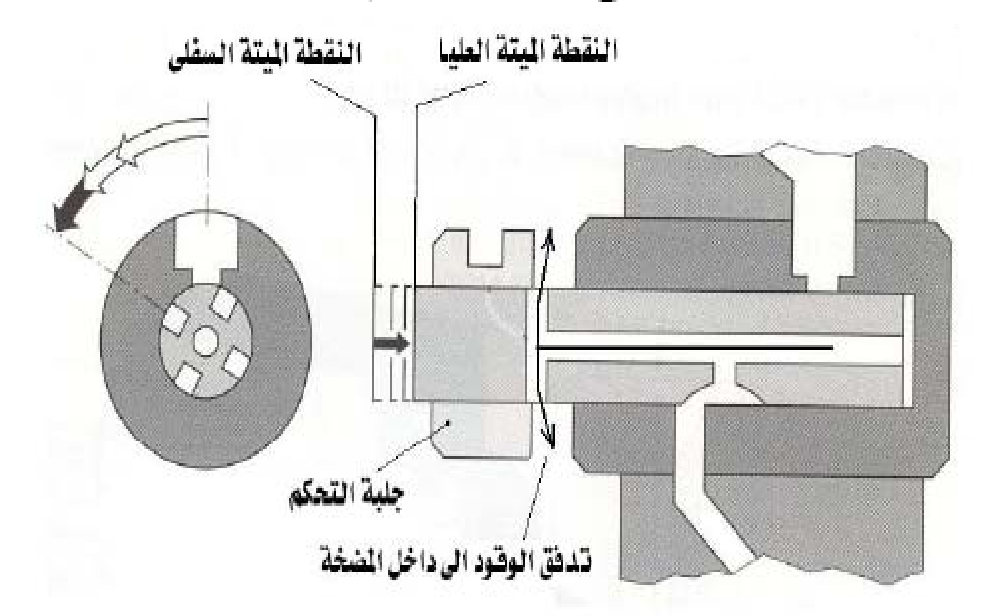
1- غلق فتحة الإمداد بواسطة حركة المكبس الدائرية



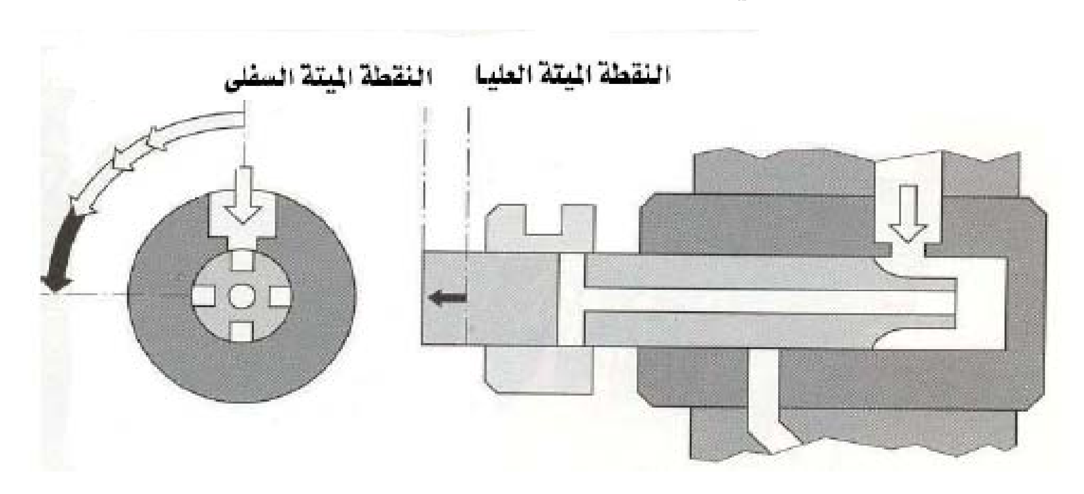
2- بداية عملية ضغط و حقن الوقود بواسطة حركة المكبس إلى أعلى (مع استمرار دوران المكبس)



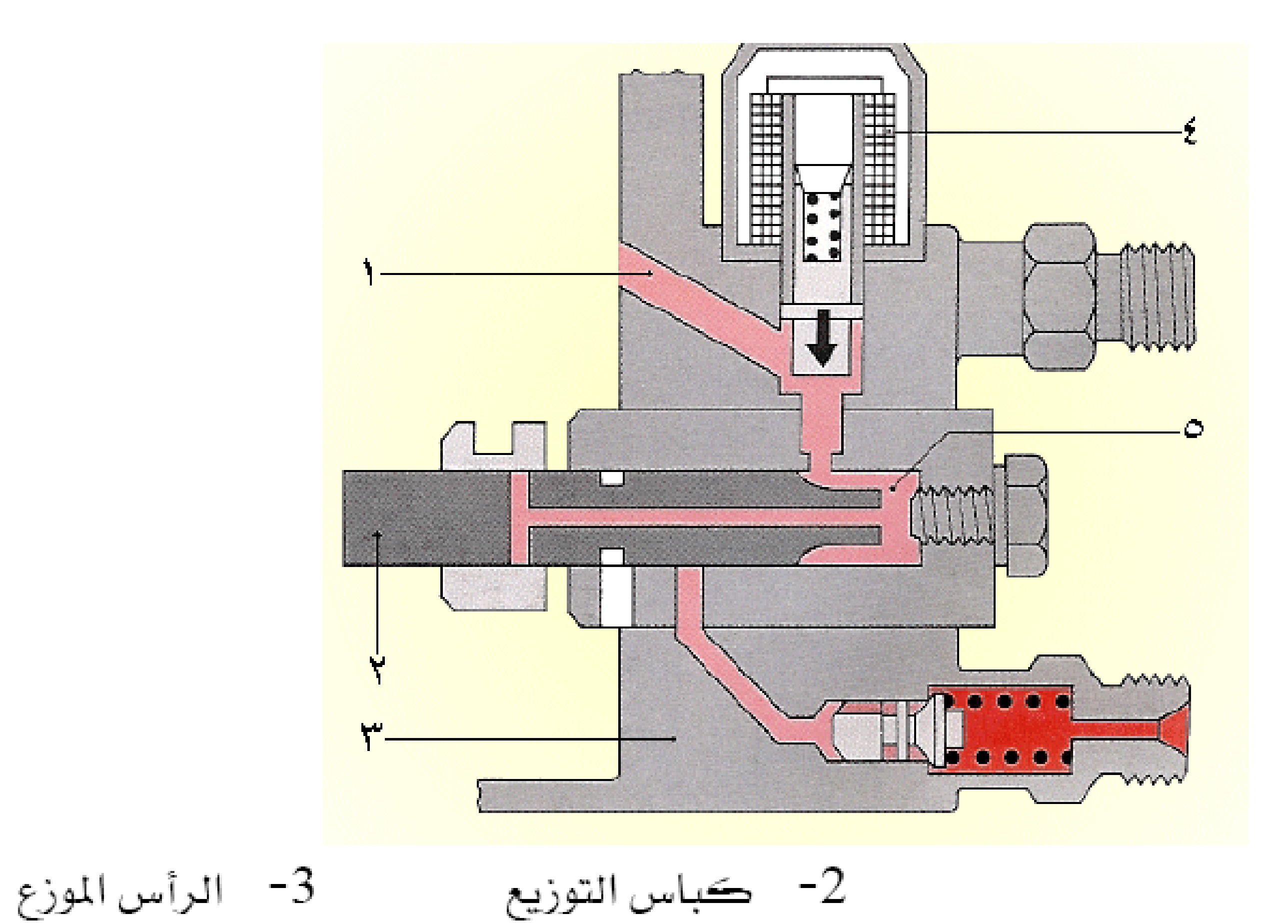
3- نهاية عملية الحقن و ذلك بواسطة فتح جلبة التحكم لفتحات المكبس السفلية



4- دخول الوقود عبر فتحة الإمداد إلى أعلى المكبس عن طريق شقوق المكبس العلوية استعدادا لعملية ضغط و حقن الوقود للبخاخ التالي



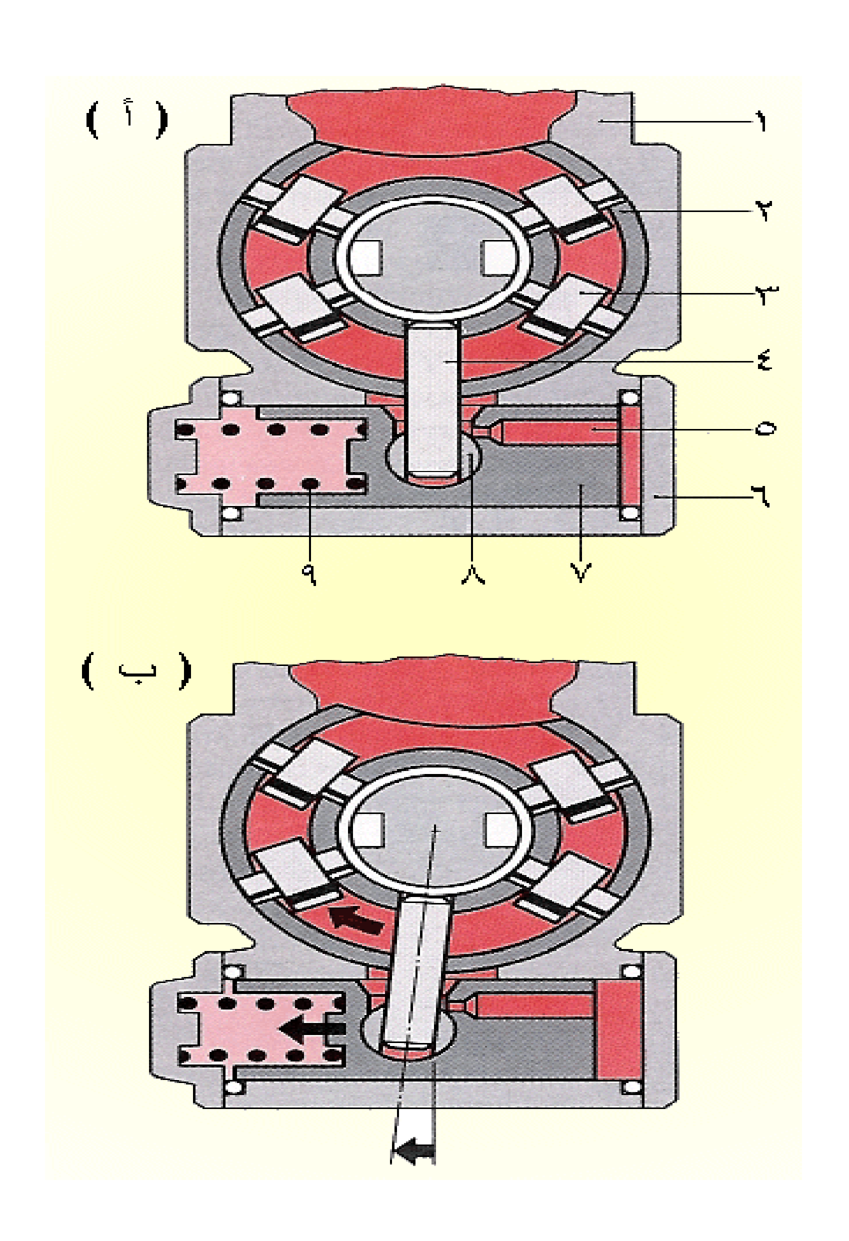
مجموعة قطع الوقود :



1- فتحة الدخول 2- كباس التوزيع 3- الرأس الموزع

4- صمام كهربائي للجذب أو الدفع 5- غرفة الضغط العالي

مجموعة توقيت الحقن :



(أ) وضع عدم التشغيل

(ب) وضع التشغيل

1- جسم مضخة حقن دوارة

2- قرص البكرات

3- حامل البكرات

4- بنز التحريك

5- فتحة الدخول بالمكبس

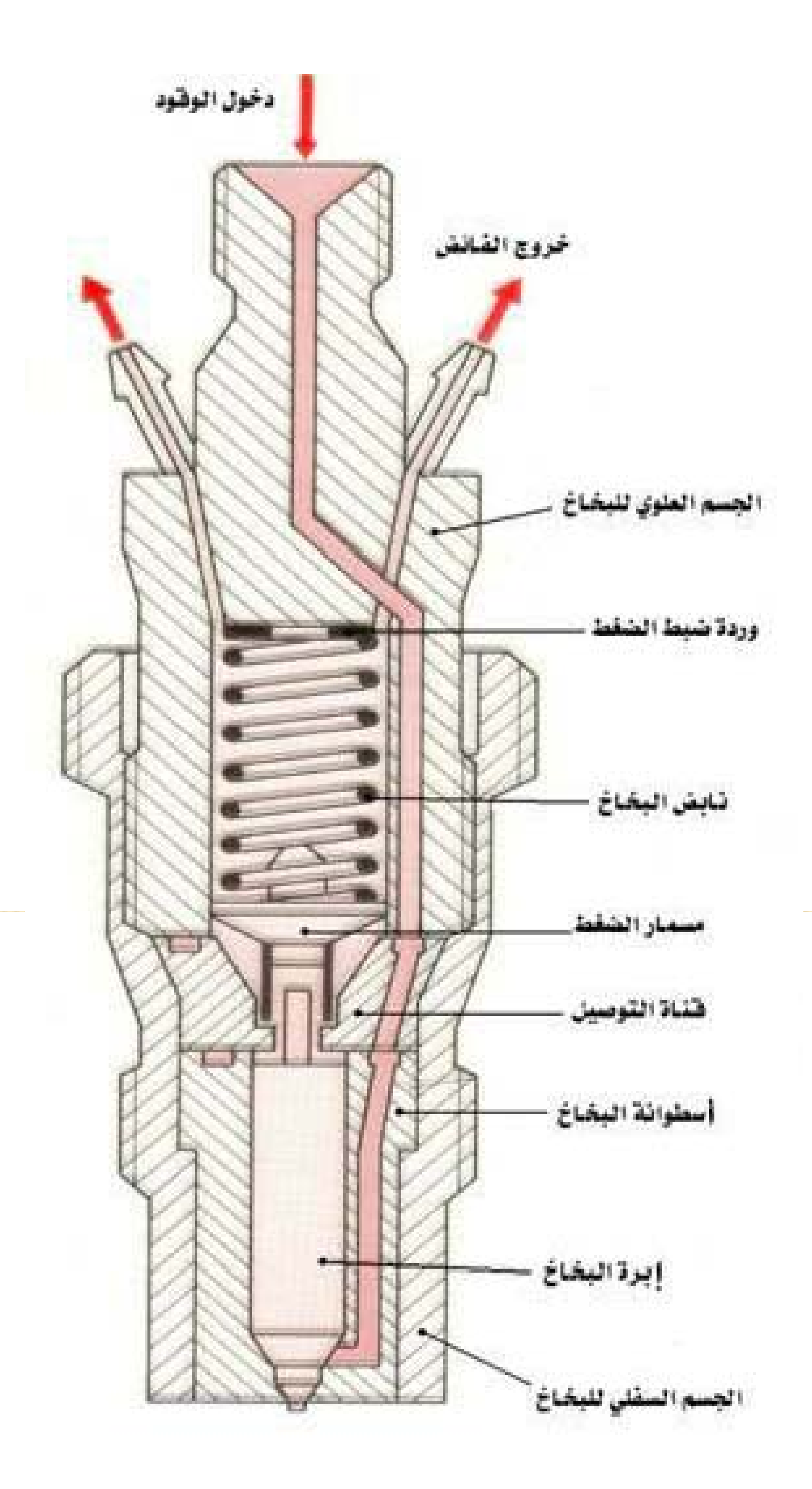
6- غطاء

7- مكبس التوقيت

8- قطعة منزلقة

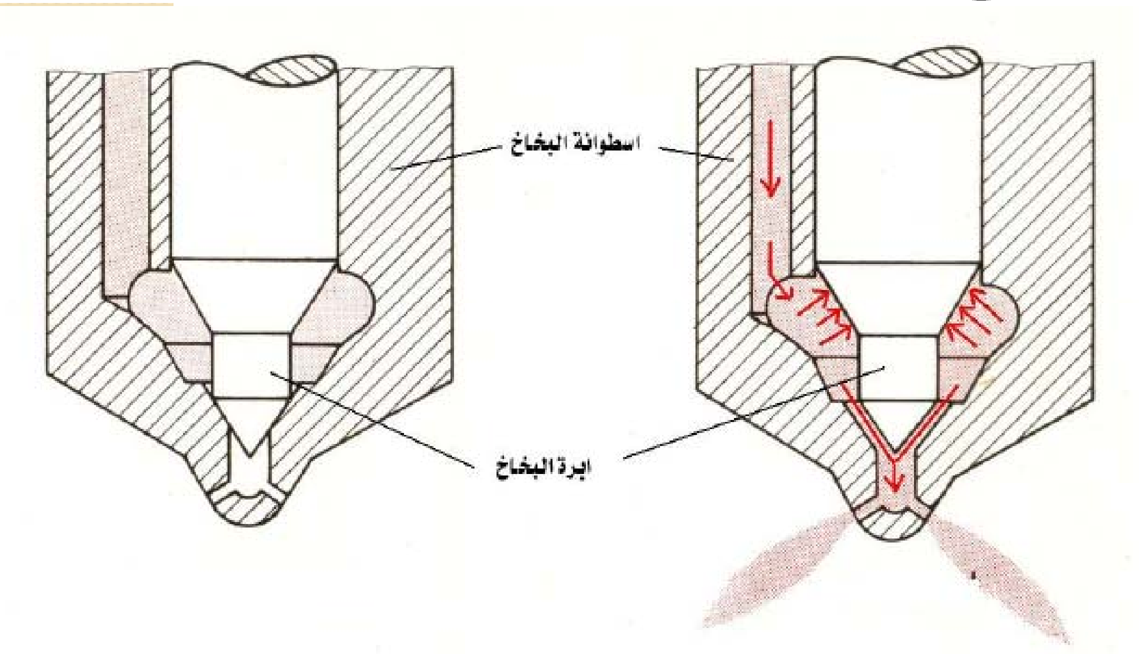
9- نابض تجهيزة التوقيت

بخاخات حقن الوقود



طريقة عمل البخاخ :

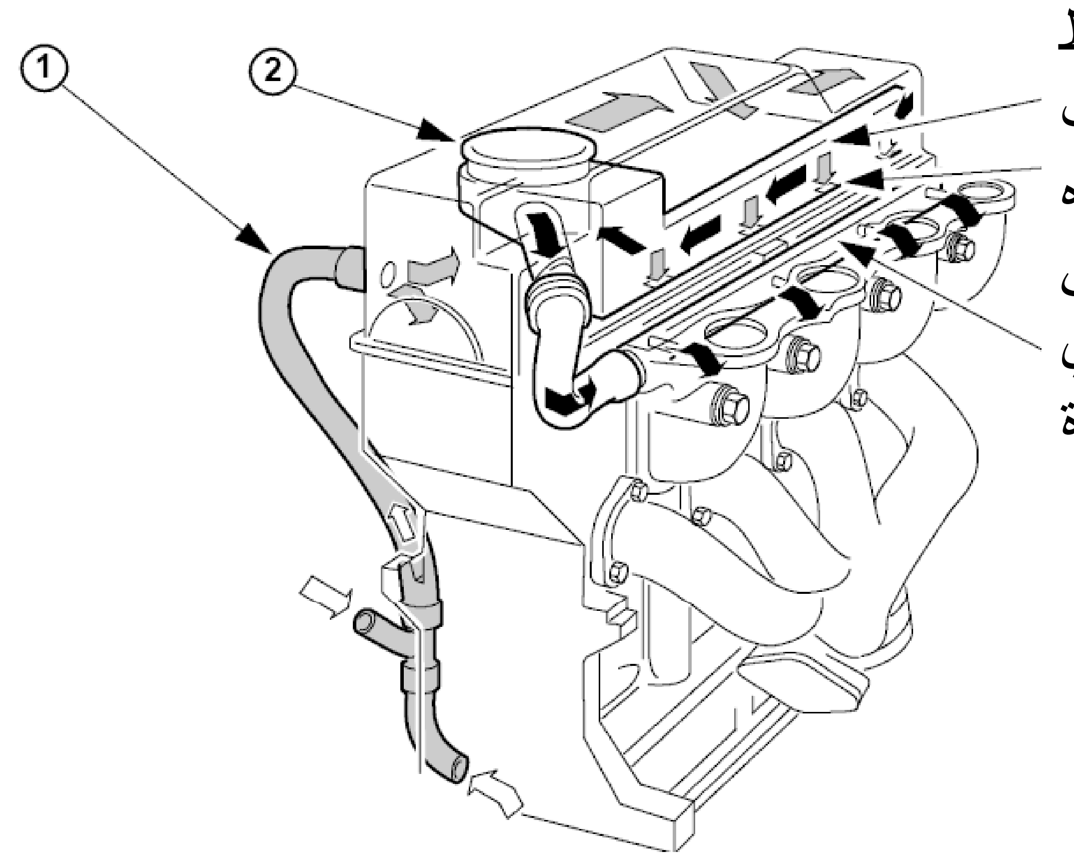
يدخل الوقود إلى البخاخ عن طريق فتحة الدخول و من ثم يمر في المجرى الجانبي و عبر قناة التوصيل إلى أسطوانة البخاخ و مع استمرار مضخة الحقن الرئيسة في حقن الوقود إلى البخاخ يقوم الوقود بالضغط على الحافة المائلة في إبرة البخاخ إلى أن يتغلب ضغط الوقود على ضغط نابض البخاخ مما يؤدي إلى ارتفاع إبرة البخاخ عن قاعدتها و بذلك يتم فتح منفث الوقود في البخاخ و يتم حقن الوقود في غرفة الاحتراق و تستمر عملية حقن الوقود إلى أن تتوقف مضخة الحقن الرئيسة عن الحقن والشكل التالي يوضح عملية فتح منفث الوقود في البخاخ



انظر الكتاب المقرر

ملحق الوحدة الخامسة

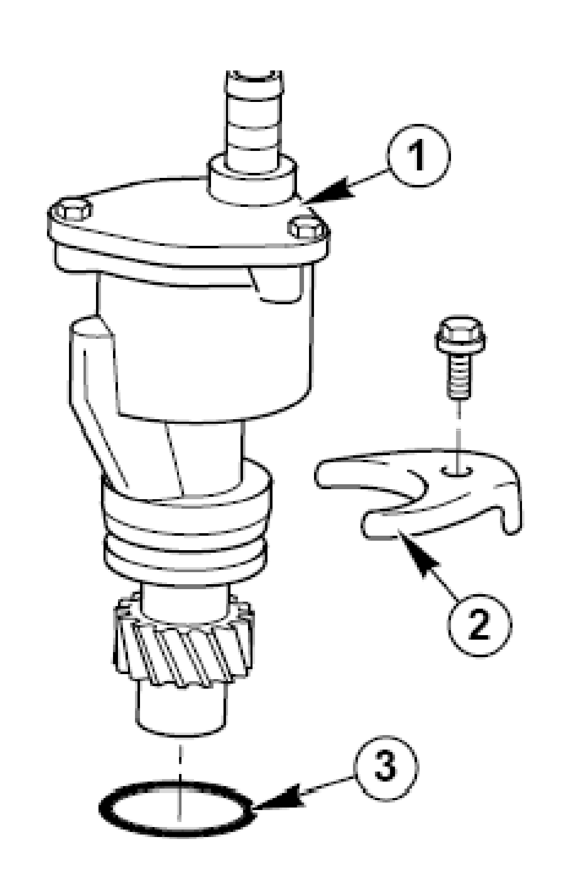
تهوية غرفة عامود المرفق



بعض الغازات الناتجة من احتراق خليط الهواء والوقود تتسرب عبر حلقات المكبس إلى غرفة عامود المرفق وهذه الغازات لا بد من إخراجها لكن ليس إلى الجو. حيث يتم إعادتها إلى مجاري السحب مرة أخرى ليتم حرقها مرة أخرى كما واضح من الشكل

1. أنبوب التهوية
2. صمام لتوزيع الغازات

مضخة الخلخلة(الفاكيوم) في محركات الديزل

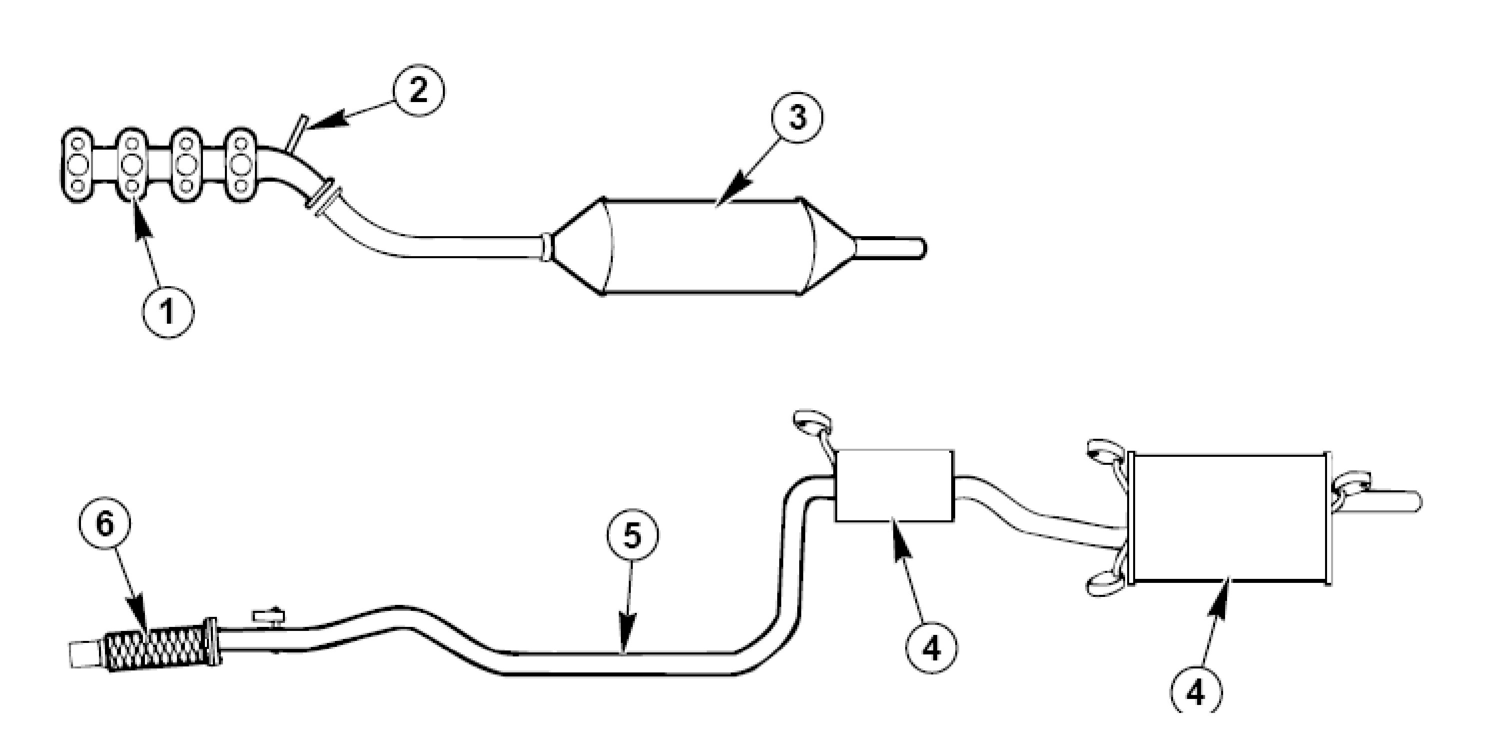


- تستخدم في محركات الديزل بشكل خاص لأنه لا يتولد كمية كبيرة من الخلخلة فيها

- يتم إدارتها إما عن طريق عامود الكامات أو بمجموعة مسننات خاصة
- تزود السيرفو في منظومة الفرامل بالخلخلة اللازمة كذلك بعض الأجزاء الأخرى مثل EGR وهو جهاز يستخدم لإعادة جزء من غازات العادم لإعادة حرقها داخل المحرك

لماذا محرك الديزل لا يولد خلخلة كافية؟

منظومة العادم



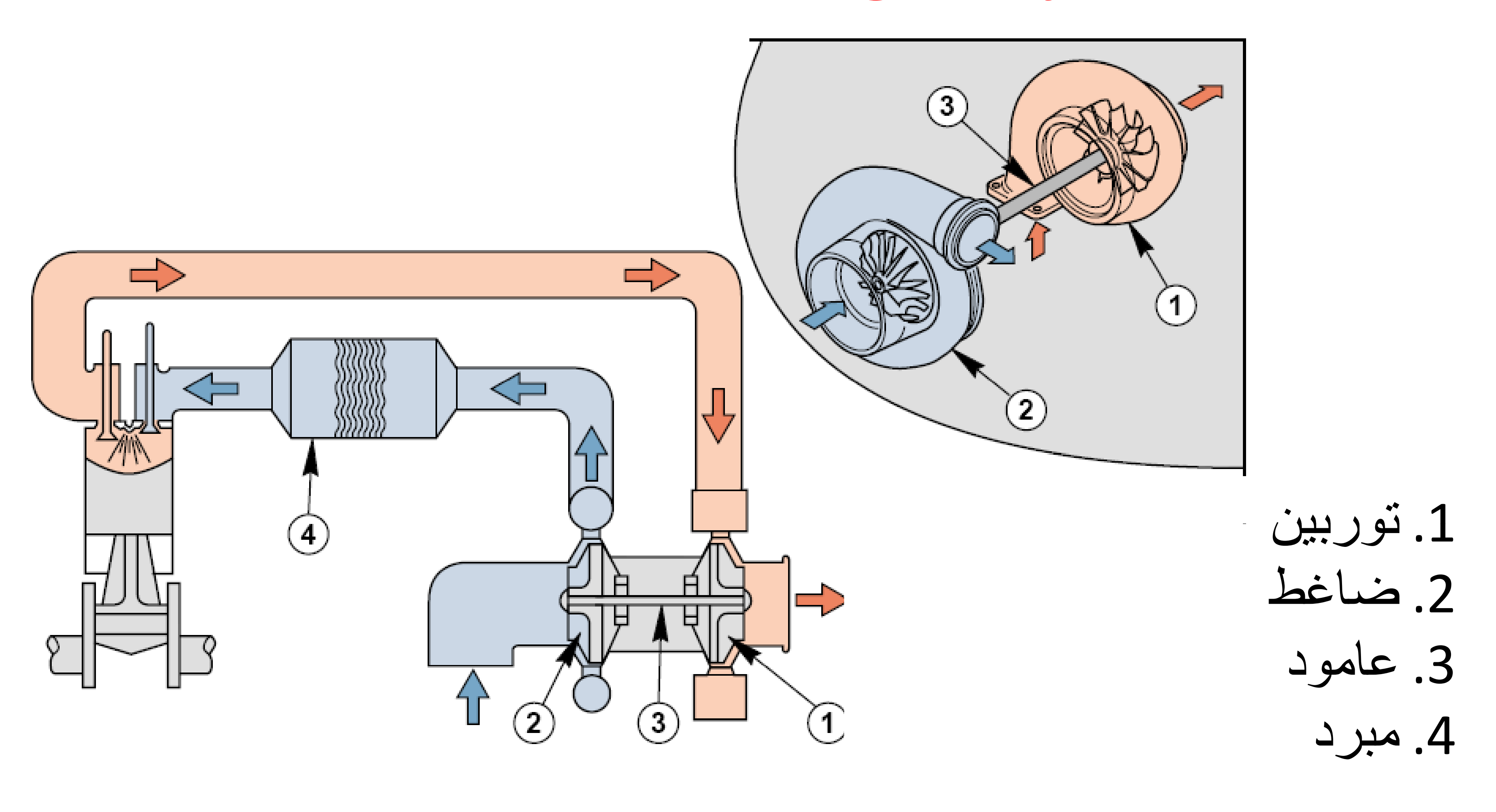
1. منافولت العادم 2. وصلة EGR 3. كتاليتك 4. كاتم الصوت
5. انبوبة العادم 6. وصلة مرنة

كتاليتك Catalytic converter

H_2O
CO_2
CO
HC

يتكون من الداخل من مواد مسامية مصنوعة من معادن خاصة كالتيتانيوم ومكونات أخرى لتحويل نواتج الاحتراق الضارة مثل CO إلى CO_2 وذرات الوقود غير المحترقة HC إلى ماء H_2O وكذلك اكاسيد النيتروجين Nox إلى نيتروجين وماء

Exhaust turbocharger system



Exhaust turbocharger system

- يستخدم التيربو لزيادة قدرة المحركات
- تستخدم قدرة غازات العادم في إدارة التوربين الذي بدوره يدير الضاغط الموجود في أنابيب السحب الذي يدخل الهواء إلى داخل المحرك بضغط تقريبا بين 0.2 إلى 0.8 بار
- كلما ارتفعت سرعة المحرك تزداد سرعة غازات العادم وبالتالي يرتفع ضغط الهواء الداخل إلى المحرك الشئ الذي يمنع عن طريق وجود صمام خاص داخل التيربو لقطع الضغط العالي

Exhaust turbocharger system

- في المركبات الحديثة يتم التحكم بعمل التيربو عن طريق الكمبيوتر
- التيربو يزيد قدرة المحرك بزيادة كمية الهواء التي تؤدي لرفع نسبة الانضغاط
- Supercharger يختلف عن التيربو انه يأخذ حركته من المحرك وليس عن طريق غازات العادم

الوحدة السادسة

دورة التبريد في محركات الاحتراق الداخلي

دورة التبريد

- تصل درجة الحرارة داخل غرفة الاحتراق تقريبا إلى 2200 درجة مئوية.

- يستفاد من الطاقة الحرارية المتولدة فقط بنسبة 35% في تحريك المركبة والباقي من هذه الطاقة تخرج مع وسط بنسبة 30%التبريد وغازات العادم بنسبة تقريبا 30% والباقي على شكل فواقد وخصوصا فقد الحرارة عن طريق الإشعاع.

دورة التبريد

- ماذا يحدث إذا لم يكن هناك تبريد جيد للمحرك ؟

تلف المحرك

- ماذا يحدث إذا تم التخلص من كميات كبيرة من الحرارة في المحرك أكثر من اللزوم؟

- زيادة تأكل في أجزاء المحرك
- انخفاض قدرته.
- زيادة استهلاك الوقود.

دورة التبريد

وظيفة نظام التبريد :

١- الوصول السريع لدرجة حرارة التشغيل للمحرك.

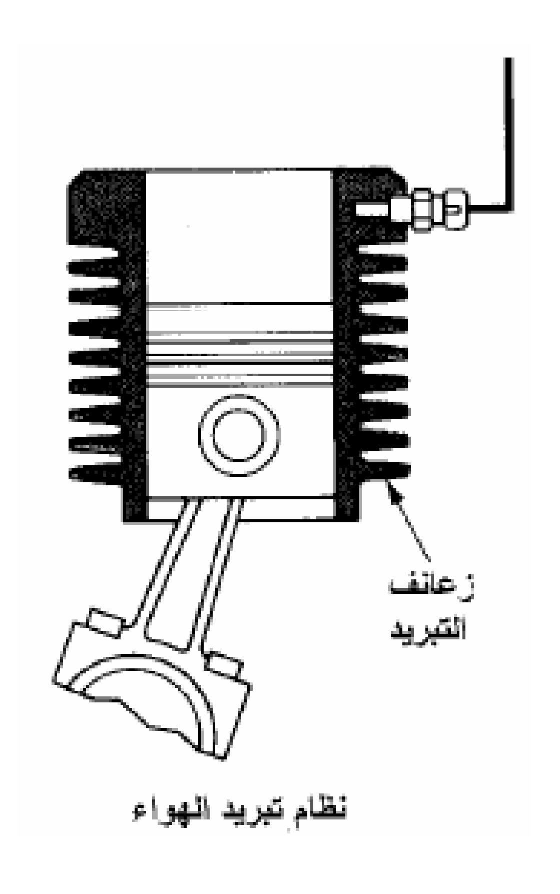
٢- المحافظة على درجة حرارة التشغيل للمحرك.

٣- التخلص من الحرارة الزائدة بالمحرك.

٤- المساهمة في عملية التدفئة بالسيارة.

أنواع نظم التبريد في المحرك

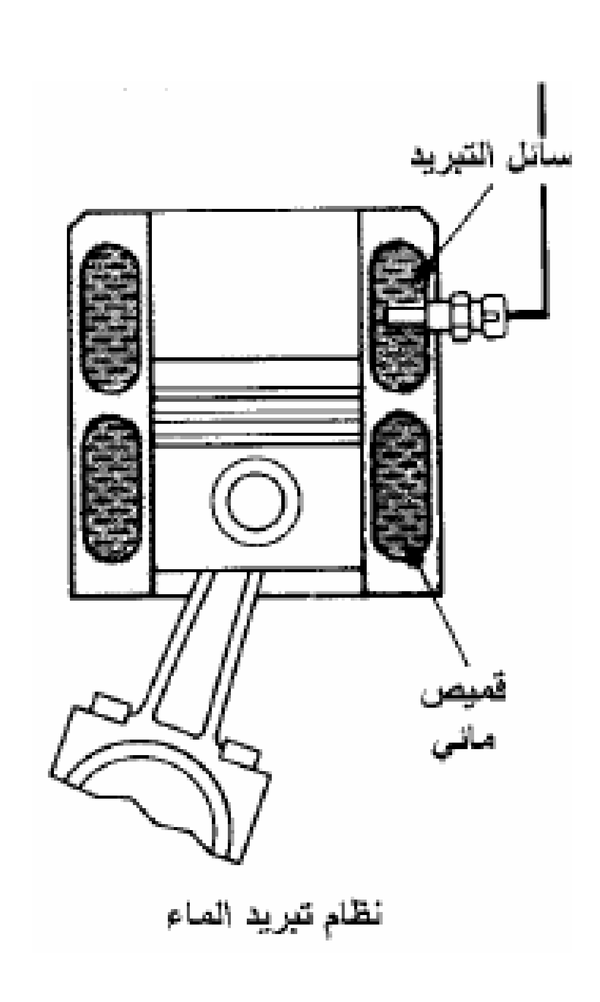
نظام تبريد الهواء:



نظام تبريد الهواء

وسط التبريد في هذا النظام هو الهواء حيث تزود اسطوانات المحرك (سكبة المحرك وتكون الاسطوانات في هذه المحركات منفصلة) بزعانف لتزيد مساحة التبادل الحراري وهذه الطريقة قليلة الاستخدام في هذه الأيام

نظام التبريد بالماء

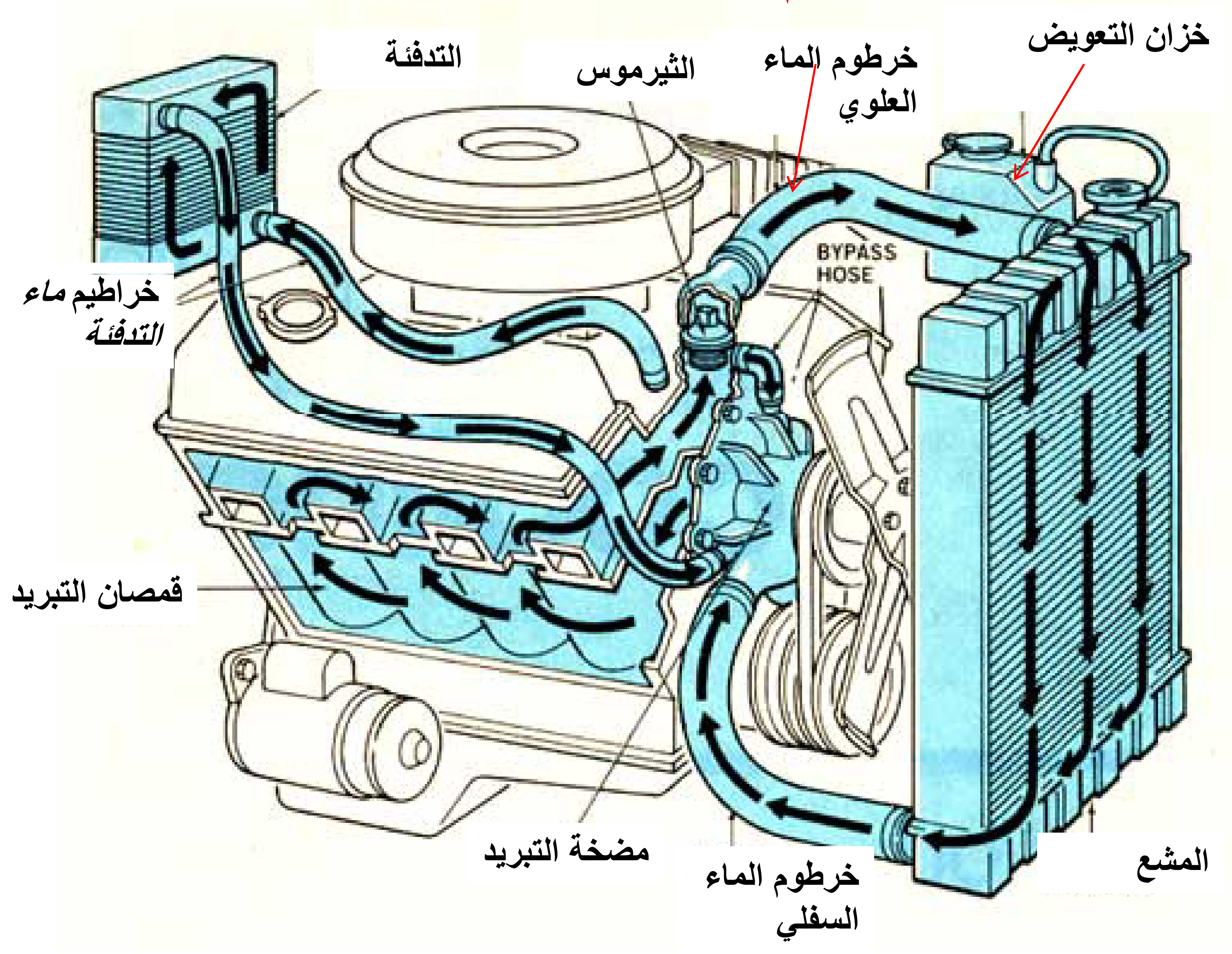


نظام تبريد الماء

- وسط التبريد مكون من الماء بالإضافة إلى سائل مانع التجمد antifreeze بنسبة 50% واسمه العلمي Ethylene Glycol

- في هذا النظام يتم تمرير وسط التبريد بمسارات داخلية حول اسطوانات المحرك (القمصان)

نظام التبريد بالماء



سائل التبريد (Coolant)

مميزات وعيوب سائل التبريد

يستخدم الماء للتبريد للأسباب التالية	عيوب استخدام الماء للتبريد
توفرها ورخصها	أنه يتجمد عند درجة حرارة صفر مئوية
إمتصاص جيد للحرارة	يؤدي إلى صدأ الأجزاء المعدنية
انسياب سلس	يترك رواسب بالمحرك
ليس هناك خطورة في التعامل معها	يتبخر

ولتقليل عيوب استخدام المياه بالنظام يضاف إلى الماء سائل منع التجمد (Ethylene glycol) بنسبة ٥٠٪ لتكوين سائل التبريد. وينصح باستخدام سائل منع التجمد بالصيف أيضاً حيث أنه يعمل على رفع درجة حرارة غليان الماء. كما أن به إضافات لمنع الصدأ والتآكل.

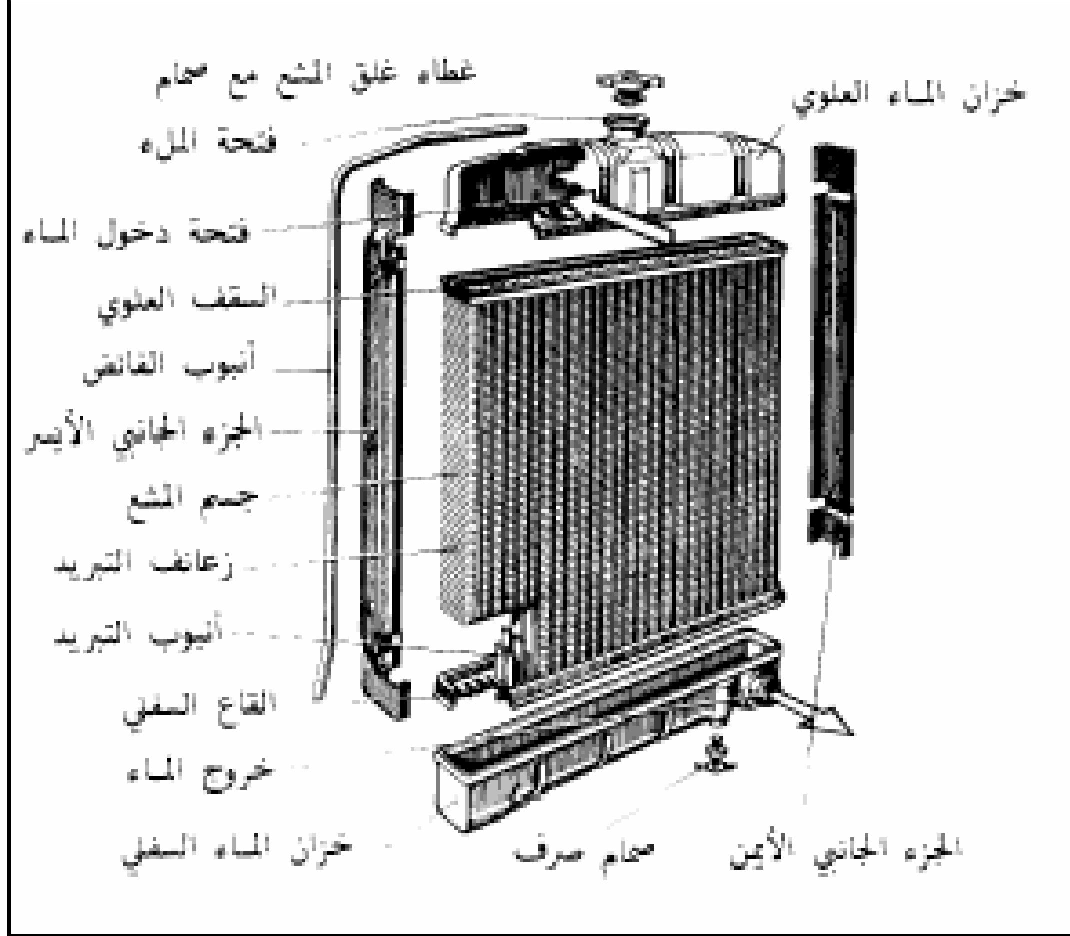
القميص المائي (Water Jacket)

هـي عبـارة عـن ممـرات داخـل تجويـف كتلـة ورأس الإسـطوانات تحـيط بالأمـاكن القريبـة مـن الإسطوانات وغرف الاحتراق، تمر بها المياه لامتصاص الحرارة من الأجزاء الساخنة.

المشع (الردياتير) (Radiator)

وهو الجزء الرئيسي لنظام التبريد بالماء. وهو المكان الذي يتم فيه التخلص من حرارة سائل التبريد إلى الهواء الجوي. كما يعمل المشع كخزان للسائل المستخدم بالنظام.

وغالباً ما يثبت المشع في مقدمة السيارة أمام المحرك في مواجهة الهواء الخارجي لكي تساعد في عملية التبريد .



أجزاء المشع

١. أنابيب مجاري التبريد (الجزء الأوسط) مصنوع من أنابيب وزعانف تبريد.

٢. الخزانات(العلوي/ السفلي) (نهايات مصنوعة من الصاج أو البلاستيك والمثبتة بنهايات القلب تستخدم لتخزين السائل وبها وصلات تثبيت الليّات).

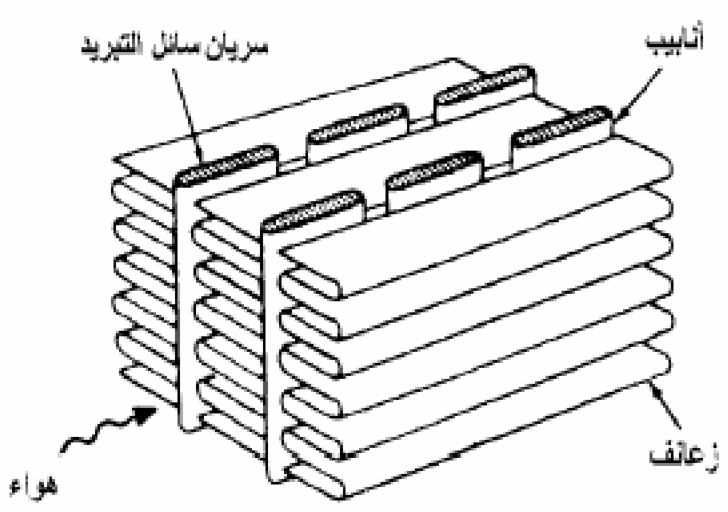
٣. عنق الملء (موجود بالخزان العلوي ويستخدم لملئ المشع ويغلق بغطاء المشع وبه مكان تثبيت أنبوب الفائض).

٤. صمام صرف (موجودة بالخزان السفلي للمشع لتفريغ المشع من السائل).

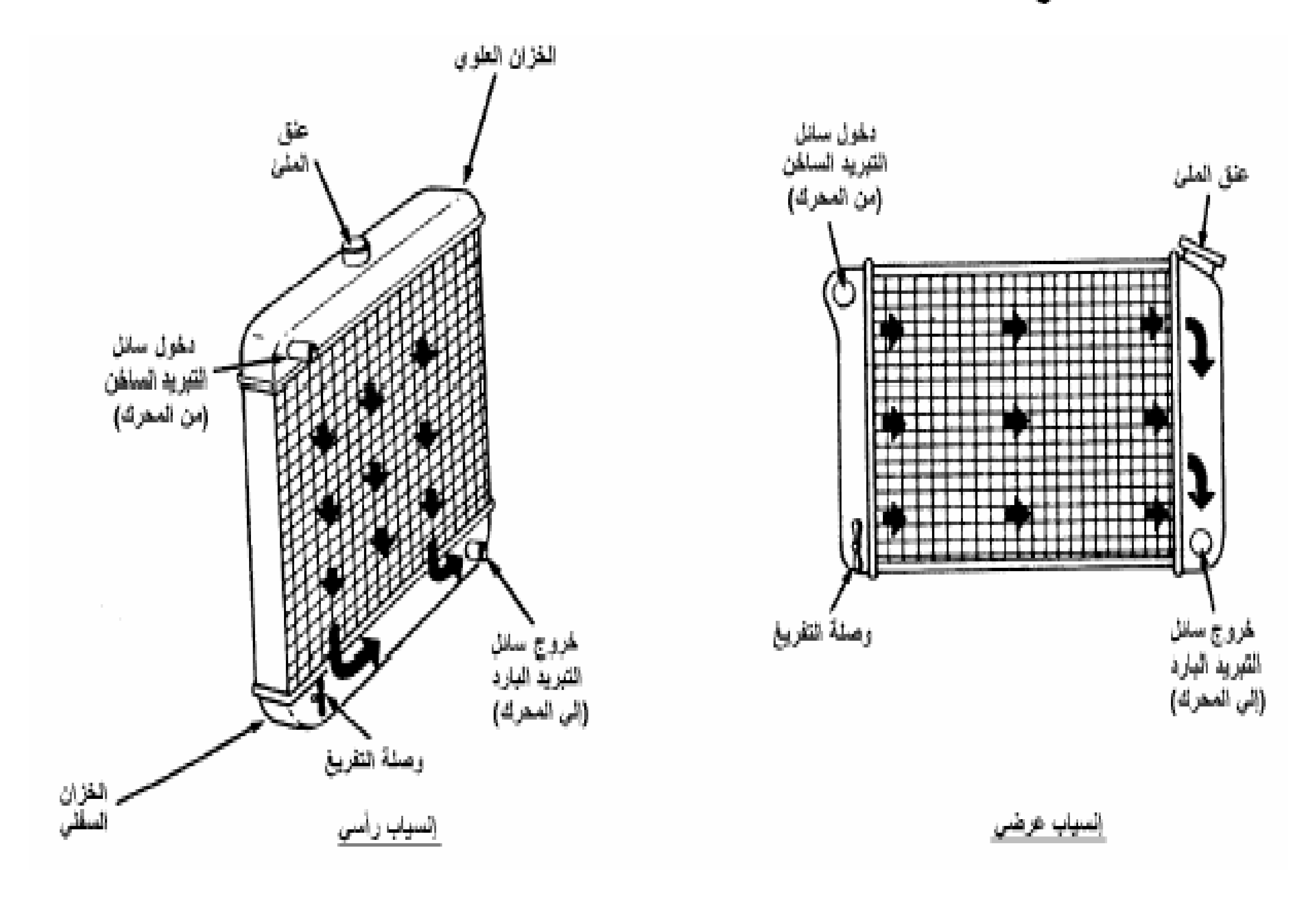
٥. مبرد الزيت (مبادل حراري متواجد بإحدى خزانات المشع وذلك بالسيارات التي بها صندوق تروس أتوماتيكي).

نظرية عمل المشع:

يعمل المشع كمبادل حراري حيث تنتقل الحرارة من الجزء الساخن وهو سائل التبريد إلى الجزء البارد وهو الهواء. فأثناء تشغيل المحرك يسري سائل التبريد الساخن من المحرك إلى خزانات وأنابيب المشع المصنوعة من النحاس أو الألمونيوم وهي معادن سريعة التوصيل للحرارة وتنتقل الحرارة من السائل إلى الأنابيب وزعانف التبريد و منها تنتقل تلك الحرارة إلى الهواء المندفع عند مروره خلال تلك الأنابيب والزعانف، حيث تنخفض درجة حرارة السائل قبل رجوعه مرة أخرى إلى المحرك للتخلص من كمية أخرى من الحرارة، انظر



الأنواع المختلفة للمشع :



غطاء المشع (Radiator cap)

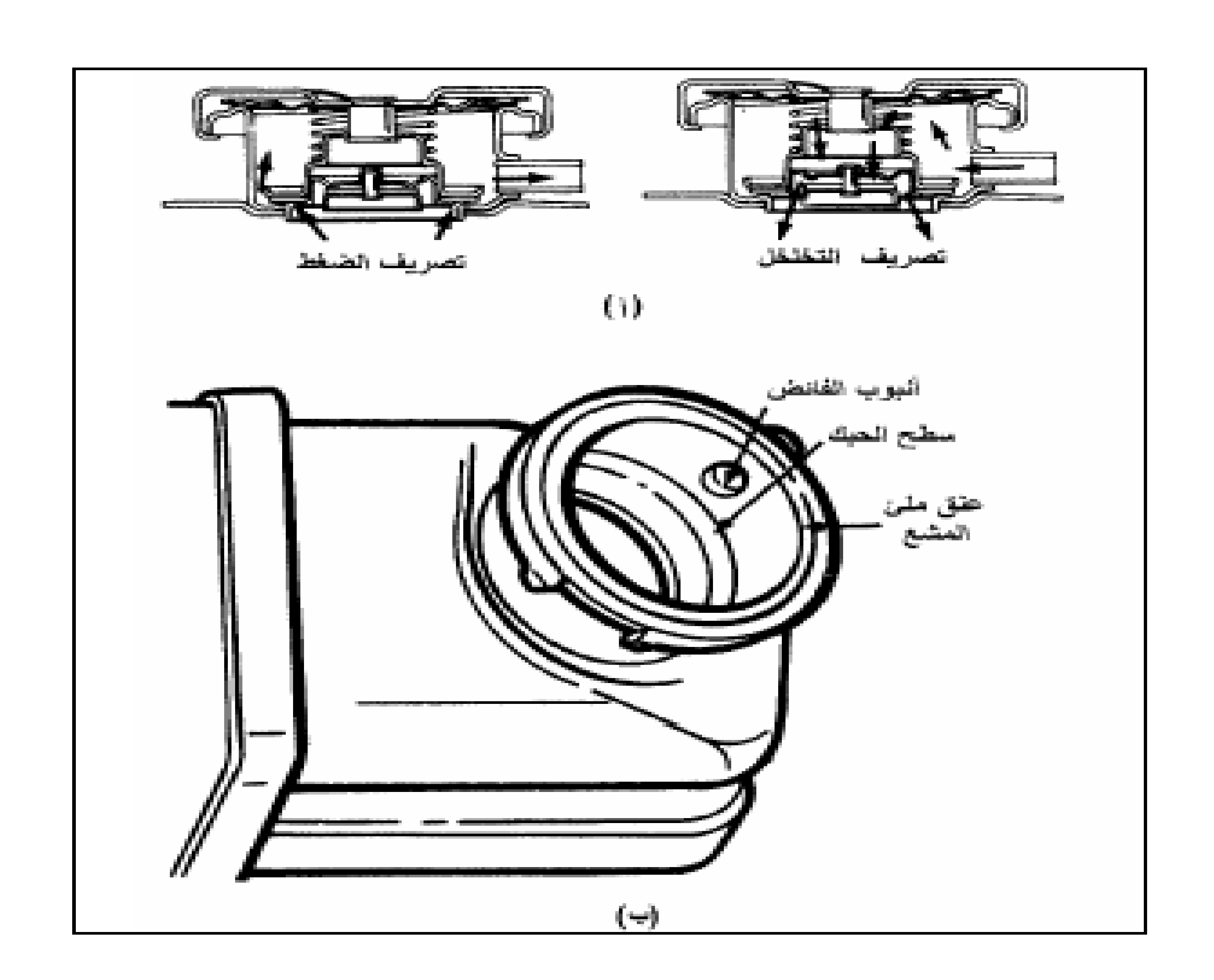
وظائف غطاء المشع:

١- تغطية فتحة عنق ملئ المشع لمنع تسرب سائل التبريد.

٢- يعمل على رفع ضغط النظام لزيادة درجة حرارة غليان السائل.

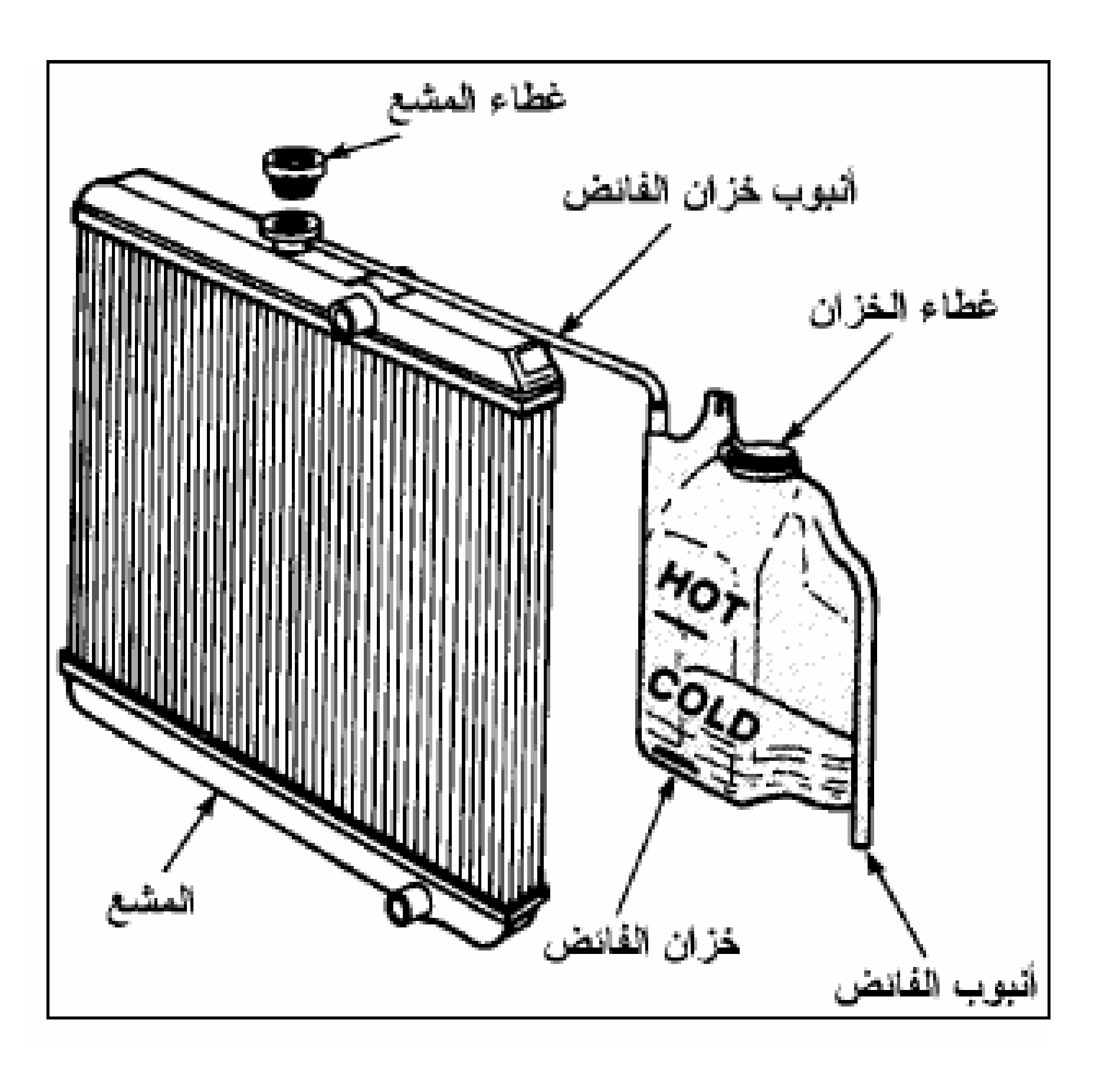
٣- السماح بتصريف الضغط الزائد والتخلخل بالنظام.

٤- بالنظام المغلق يسمح للسائل في المشع بالانتقال من وإلى خزان الفائض (القربة).



تصريف الضغط
تصريف التخلخل
(أ)
أنبوب الفائض
سطح الحبك
عنق ملئ
المشع
(ب)

دورة التبريد المغلقة



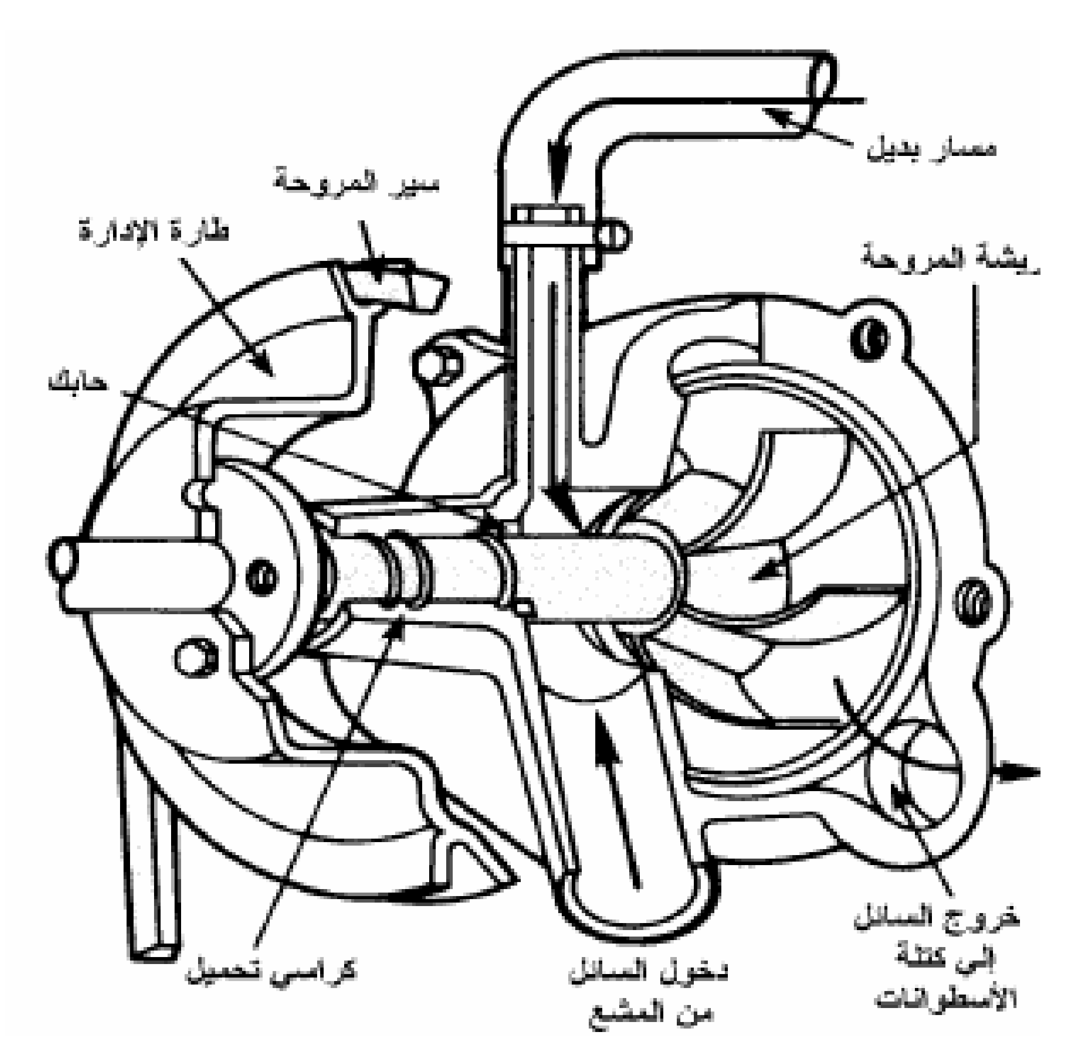
- تتكون من نفس أجزاء دورة التبريد المفتوحة إلا أن الماء الفائض الذي يخرج من المشع يرجع إلى خزان الفائض أما في الدورة المفتوحة فيخرج إلى الخارج.
- يمنع في مثل هذه الدورات دخول الهواء إلى داخل المنظومة لأنه يمنع التبريد لأنه قابل للانضغاط لهذا السبب مثل هذه الدورات تزود بتنافيس خاصة في بعض المركبات

نظرية عمل غطاء المشع

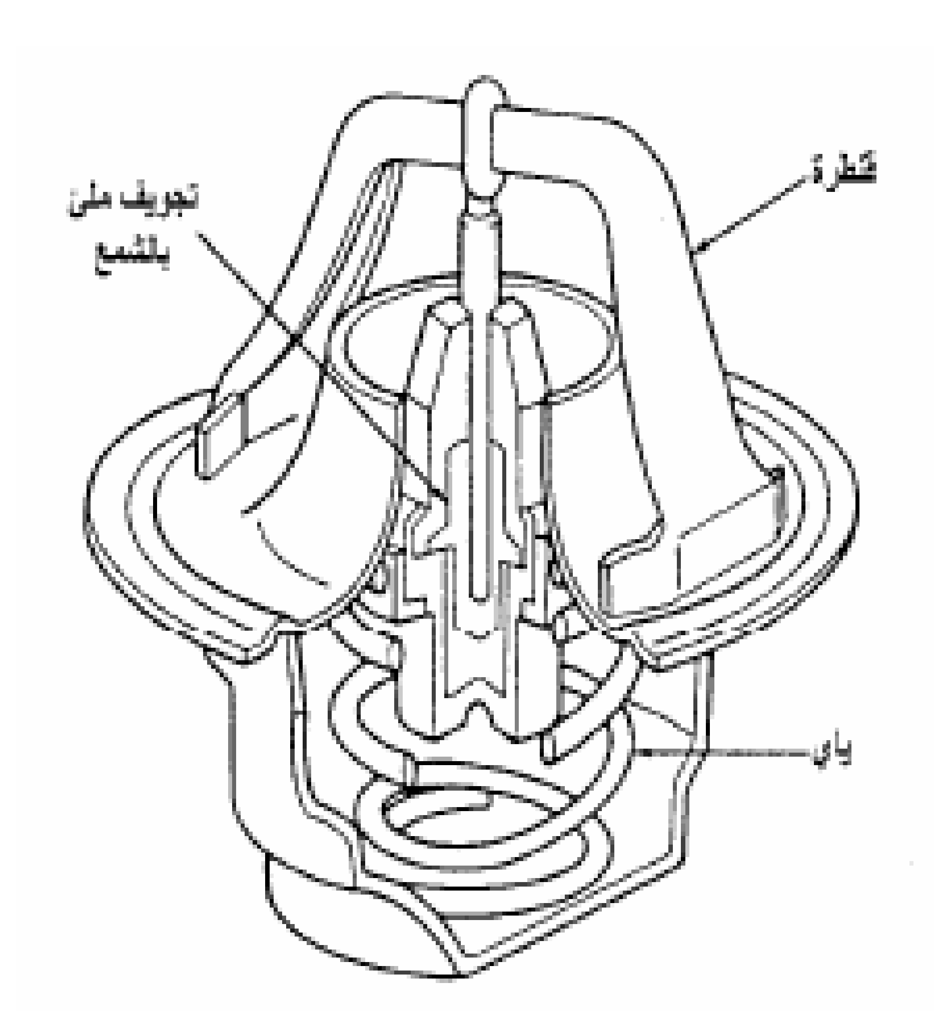
- يرفع الضغط داخل دورة التبريد من 80-110 Kpa الذي يرفع درجة حرارة غليان الماء إلى حوالي 121-127 درجة مئوية
- عند استمرار ارتفاع درجة حرارة الماء داخل المشع يرتفع الضغط كذلك فإذا زاد عن قيمة الضغط أعلاه يفتح مخرج إلى خزان الفائض بالدورات المغلقة أو إلى الخارج في الدورات المفتوحة.
- عندما يبرد الماء داخل المشع يحدث خلخلة نتيجة لانخفاض حجم الماء فيفتح الغطاء فتحة خزان الفائض ليتدفق الماء الى داخل المشع

مضخة الماء

تعمل مضخة المياه على ضخ سائل التبريد بالنظام عن طريق استخدام قوة الطرد المركزية.
وتركب بمقدمة المحرك وتعمل غالباً عن طريق سير يأخذ حركته عن طريق البكرة المثبتة على عمود المرفق.



الثرموستات (الصمام الحراري)_(Thermostat)



- عندما يكون المحرك باردا يمنع خروج الماء إلى المشع حتى تصل درجة حرارة سائل التبريد تقريبا ما بين 80-90 درجة مئوية وهي درجة حرارة تشغيل المحرك

- يركب في حجرة خاصة في خرطوم المياه الواصل ما بين رأس المحرك والجزء العلوي من المشع

- يتكون من قلب مصنوع من مادة شمعية يضغطه زنبرك باتجاه قطع تدفق الماء أي انه في الوضع الطبيعي مغلق

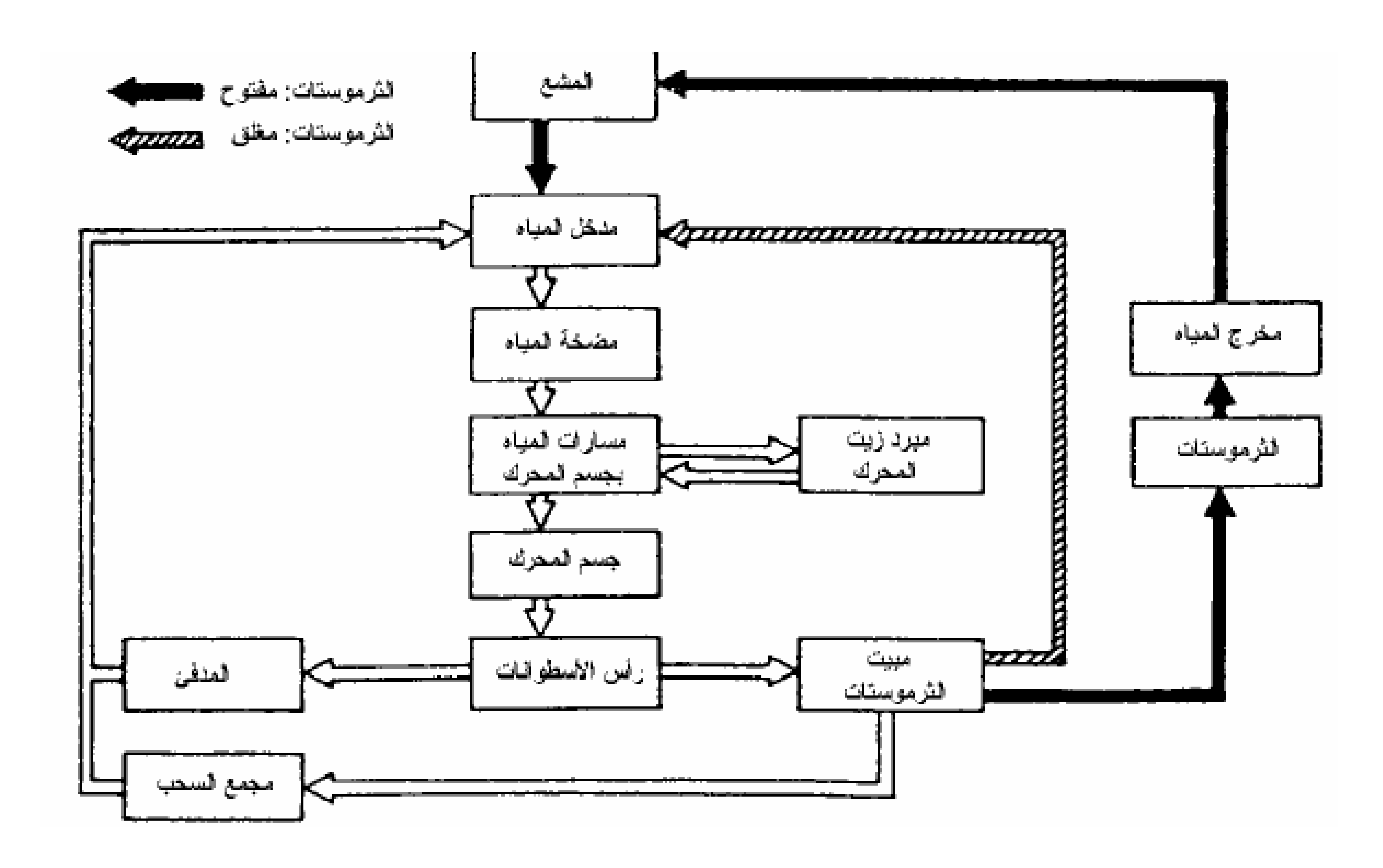
نظرية عمل الثيرموستات

عند سخونة سائل التبريد تتمدد المادة الشمعية داخل الإسطوانة مما يدفع المكبس ضد

قوة الياي فاتحاً الصمام. وعند انخفاض درجة الحرارة تنكمش المادة الشمعية داخل الإسطوانة

مؤدية إلى تمدد الياي لغلق الصمام. وعند غلق الصمام يسري سائل التبريد

مسار دورة التبريد



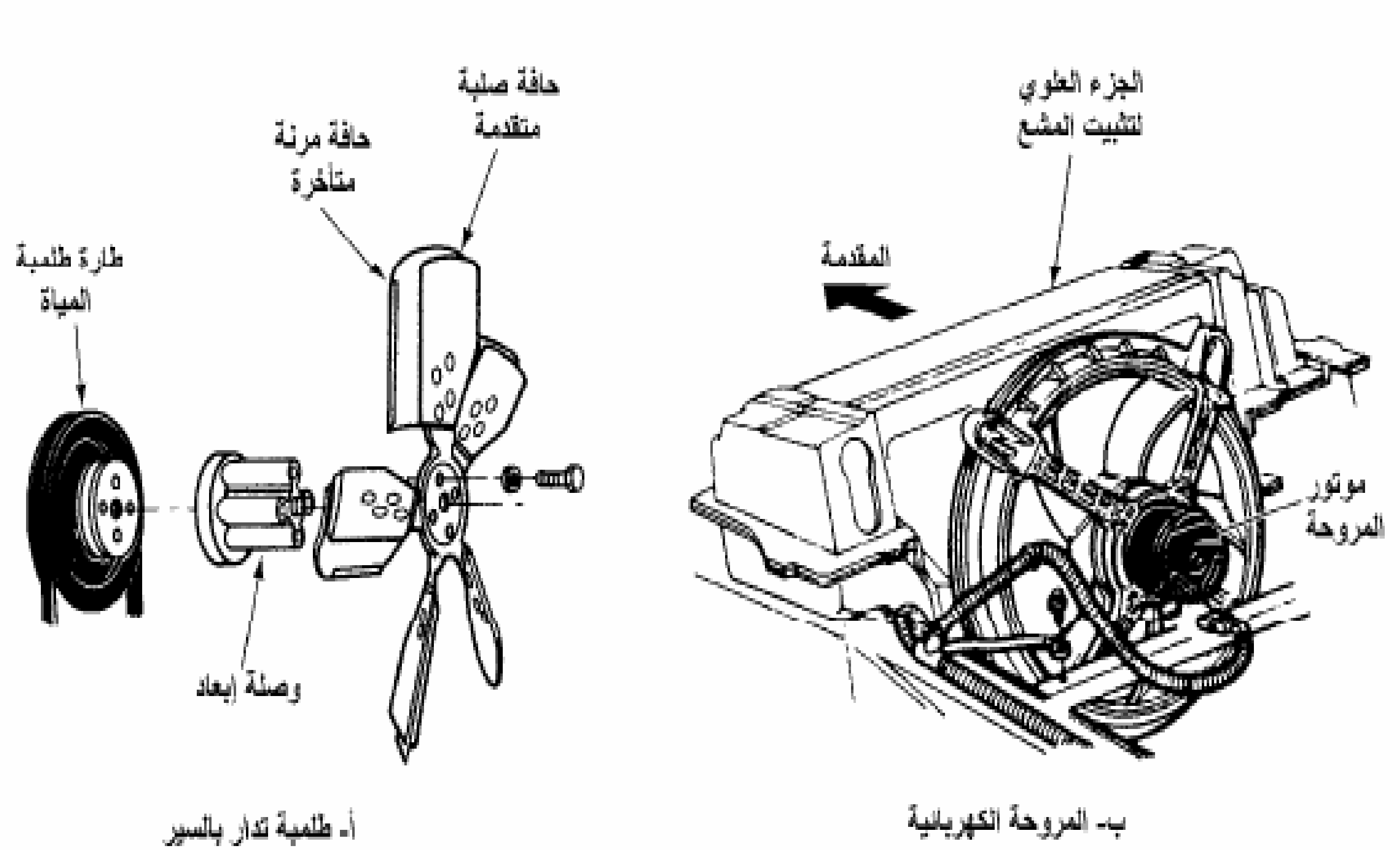
مروحة التبريد

- تثبت خلف المشع وتعمل على سحب الهواء من الخارج خلال المشع الى داخل غرفة المحرك

وهي نوعان:

-المروحة الكهربائية

-المروحة التي تدار بالسيور من المحرك



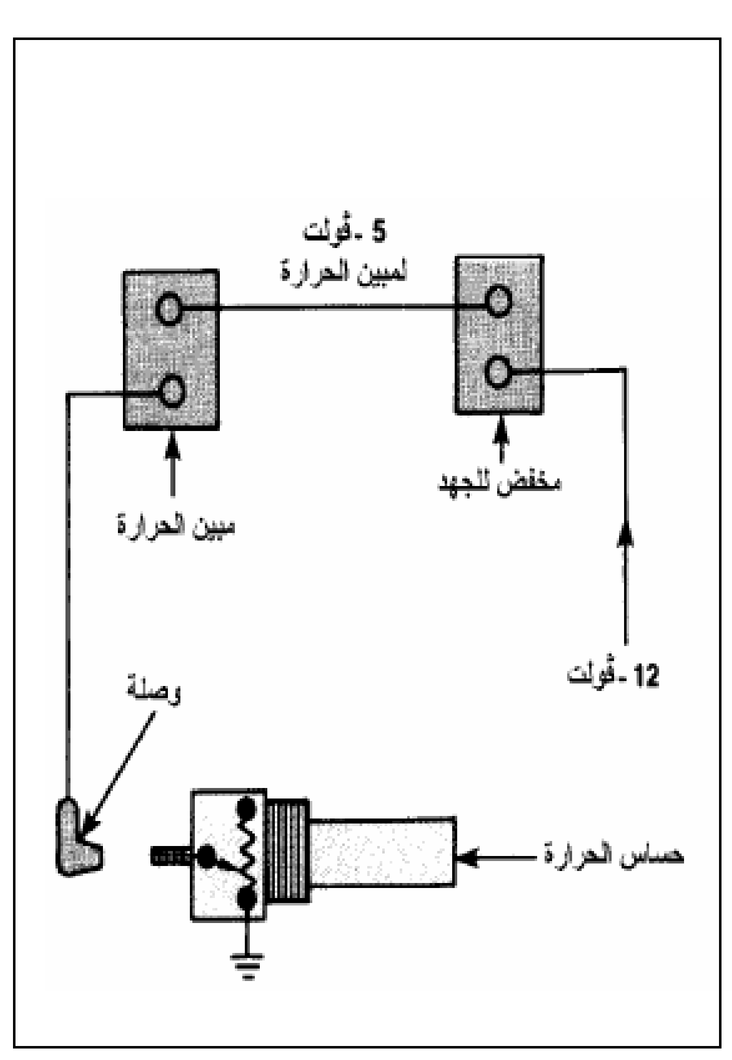
أ- طلمبة تدار بالسير

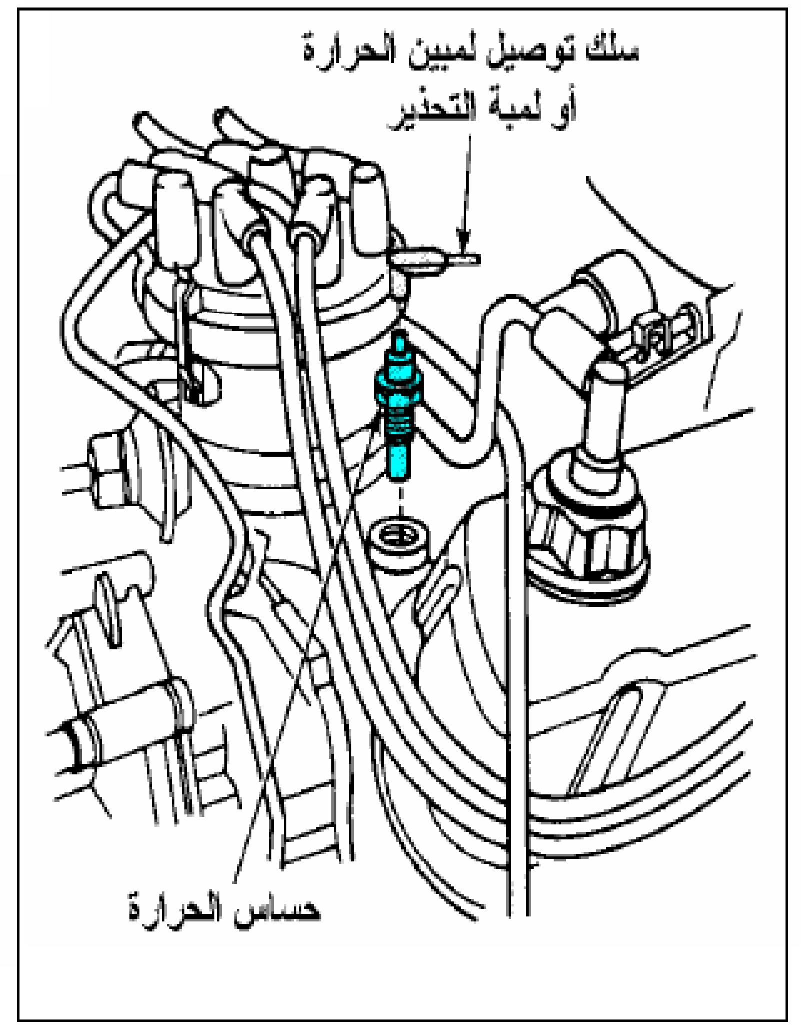
ب- المروحة الكهربائية

مروحة التبريد

- تبرز أهمية المروحة والمركبة واقفة عن الحركة لأنه لا يوجد حركة للهواء.
- أما في السرعات العالية للمركبة فيمكن الاكتفاء بالانسياب الطبيعي للهواء داخل حجرة المحرك
- يوجد بعض المراوح تزود بقابض حيث يفصل هذا القابض المروحة عن العمل في الظروف التي لا نحتاج اليها.
- تشغل المروحة الكهربائية بواسطة مجس خاص يوضع على المشع

مبين الحرارة





نظام التدفئة

يعتبر المدفئ جزء من نظام التبريد بالسيارة. يمر سائل التبريد الساخن عن طريق ليّات وصمام تحكم إلى مشع التدفئة الصغير الموجود بداخل فتحة باللوح الذي يفصل بين داخل السيارة والمحرك. يندفع الهواء خلال مشع التدفئة إلى داخل السيارة حيث يكتسب حرارة تعمل على تدفئة الركاب، وهناك بوابات متحركة يمكن التحكم فيها لخلط هواء بارد بالهواء الساخن للتحكم في درجة الحرارة داخل السيارة.

العوامل التي تتأثر بها درجة حرارة نظام التبريد

- حجم المشع.
- قدرة مضخة المياه.
- درجة حرارة الهواء الخارجي.
- مقدار الهواء المار بالمشع.
- المدى الحراري لفتح وغلق الثرموستات.
- حمل المحرك.